

# RMS-AV 검파 방식과 가전기기 적용에 대한 고려

김인석 · 조희곤\* · 안희성\*\*

경희대학교 ·

\*(주)대우일렉트로닉스 ·

\*\*기초전력연구원

## 요 약

본고에서는 최근 디지털 통신 시스템에 대한 국제 표준으로 도입된 RMS-AV 가중치 측정법을 CISPR F쪽으로는 도입 문제가 거론되는 상황에서 현존하는 가중치 측정법에 관련된 기본적인 내용을 검토하고, 참고문헌 [13]에서 제시하였던 방법을 이용하여 와인 냉장고와 두 종류의 전기 드릴에 대하여 RMS-AV 가중치 측정법을 전도성 방출 특성과 복사성 방출 특성을 AM 방송 송출시, 방송 중단 시, 차폐 실내 등의 다양한 환경에서 측정하여 EMI 수신기에서 적용되고 있는 가중치를 실험적으로 비교하였다. 비교 결과, 다양한 가중치 측정법이 동일한 결과를 제시하지 못하여 RMS-AV 측정법이 CISPR F쪽으로는 도입은 좀 더 연구가 필요한 주제로 판단되었고, 결론 부분에서 RMS-AV 측정법에 대한 여러 가지 문제점을 고려해 보았다.

## I. 서 론

20세기 후반부터 다양한 디지털 전자 통신 시스템이 지구촌에 광범위하게 이용되기 시작하여 새롭게 등장한 디지털 통신 시스템 보호를 위해 전자파 장애 문제를 새롭게 고려할 필요가 발생되었다. 그리고 이러한 디지털 통신 시스템에 대한 전자파 장애 영향을 파악할 수 있는 새로운 측정 시스템이 요구되어, 전자파 신호 측정 기술 분야의 선진국에서 20세기 후반부에 연구되었던 RMS(Root Mean Square) 검파 방식을 21세기에 접어들면서 지난 10년 사이에

계속적으로 제안하였었다. 결과적으로 전자파 방해 신호에 대한 표준 측정 방식의 하나로 RMS-AV(Root Mean Square-Average) 검파 방식이 CISPR A 분과와 I 분과에서 CISPR 16-1-1 Ed.2.2 Amendment 2(2007.10) (2010), CISPR 16-3 Ed. 2.0 Amendment 2(2006.11)와 CISPR 13 Ed.5에 각각 포함되므로 표준으로 채택이 되었다.

RMS 측정 방법과 AV 측정 방법은 이론적으로 시간 영역에서 무한대의 시간 동안에 신호를 측정하여 결과를 추출하는 통계적인 측정 방법(실제 RMS 측정 방법은 CISPR 16-1-1에 의하면 펄스 신호의 경우 코너 주파수  $f_c$ 의 역수에 해당되는 시간 동안만 계속적으로 RMS 값을 추출하는 검파 기술을 이용한다.)인데 비해 QP(Quasi Peak) 측정 방법은 상대적으로 비통계적인 측정 방법이다. RMS 측정 방법은 전력 기준의 측정 평균치를 제시하는 데 비해, AV 측정 방법은 전압 기준의 측정 평균치를 출력시키는 방법이다. 시간 영역의 측정 기술이 주파수 영역의 측정 기술보다 신속한 측정을 가능하게 하여 최근에는 표준으로 채택하자는 움직임이 활발하게 보이고 있지만, 현재 주로 이용되는 실제의 전자파 측정기기는 주파수 영역에서 수신기로 동작하므로 일정한 대역폭을 가진다. 그래서 시간 영역에서는 무한대의 측정 기간이 일정 기간으로 단축되어 협대역에서 동작하는 수신기로 간주된다.

주기적인 Sine파 신호에 대하여서는 RMS 측정 결과와 AV 측정 결과는 Peak 측정 결과와 QP 측정 결과와 일치하지만 다양한 방식의 통신 및 방송 신호들이 주변에 산재하게 되므로 인해, 최근 주변에 있는

방해 신호의 파형도 아날로그와 디지털 신호가 합쳐진 형태뿐만 아니라 임펄스 형태의 방해 신호)도 포함된 복잡한 신호 형태를 이루고, 순간적으로 오동작을 일으킬만한 강한 신호도 존재할 가능성이 있어 최근의 전자파 방해 신호의 파형은 복잡하게 이루어지고 있다. 또한, 우리 주위의 최신 전파 통신 기기들이 전력 소모를 줄이기 위해 낮은 전압에서 동작하므로 인해 새롭게 등장하고 있는 디지털 통신 기기들의 수신 감도가 매우 높아지고 있어 전자파 방해 신호에 매우 민감하게 반응할 수도 있는 문제도 내재하고 있다.

이러한 상황에서 CISPR F분과에서는 가전 기기들에서 발생할 수 있는 방해 신호를 측정하는 측정 방법으로 RMS-AV 검파 방식을 표준 측정 방법의 하나로 채택하고, RMS-AV 측정 방식에 의거하여 한계치를 정해 보자는 방향으로 활동이 이루어지고 있다. 역사적으로 볼 때 CISPR F분과에서는 RMS-AV 측정 방법을 CISPR 14에 포함시키고자 하는 노력이 2008년 오사카 CISPR 총회 전부터 시작되어 2009년 리용 회의에서는 독일의 Deter Frank가 RMS-AV 측정 방법에 의한 가중치 측정 방법을 제안하였다<sup>[1]</sup>. 이때 RMS-AV 방법에 의한 측정 결과치와 QP 측정 방법에 의한 결과치 그리고 CAV(CISPR-Average) 측정 방법에 의한 결과치 간의 차이를 제시하면서 CISPR F(CISPR 14-1과 14-2)에서도 적용 가능하다고 주장하였었는데, 그 이유가 명확하지 않아 합의에 이르지 못하고 회원국들의 RRT(Round Robin Test)를 하자고 의결하여, 2010년 일년 동안 우리나라<sup>[2]</sup>, 일본<sup>[3]</sup>, 영국<sup>[4],[5]</sup>에서 RMS-AV 측정 방법으로 전기 드릴 등의 다양한 전자파 발생원들을 측정하여 시험 결과를 발표하였었다. 발표된 대부분 측정 절차와 결과는 Medler가 참고문헌 [1]에서 제시한 상기 측정 결

과치의 차이를 제시하는 방법을 채택하였었다.

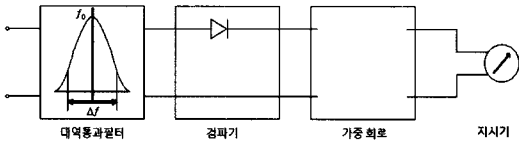
각국에서 발표했던 측정치가 CISPR A에서 제시한 가중치 차이와는 모두 다른 결과를 보였다. 그렇지만 지난번 2010년도의 시애틀 회의에서는 그렇게 다른 결과치를 보이는 것이 어떤 문제인지 독일의 Deter Frank로 하여금 2011년 2월 독일 프랑크푸르트 CISPR F의 중간회의에서 문제점을 발표하도록 결정하여 우리도 미리 문제점을 검토할 필요가 있어 이러한 문제점 검토를 위해 본고에서 RMS-AV 검출 방식과 관련 내용을 검토해 보고자 한다.

## II. 가중치(Weighting) 검파기

가중치란 CISPR 16-1-1에서 “전자파 신호 수신시에 혼신 영향에 해당되는 펄스 반복 주파수(PRF: Pulse Repetition Frequency)에 좌우되는 침투치로 검출된 임펄스 전압 레벨로의 변환(Pulse-Repetition-Frequency (PRF) dependent conversion(mostly reduction) of a peak-detected impulse voltage level to an indication that corresponds to the interference effect on radio reception)”이라고 정의하고 있다<sup>[6]</sup>. 1998년 Stecher은 현대의 디지털 전파 통신 시스템에 혼신의 적절한 가중치를 미리 아는 것은 혼신의 영향을 아는 것이라고 IEEE EMC 학회에서 발표하였었다<sup>[7]</sup>. 그러나 가중치 기능에 대한 개념은 1998년도에 새롭게 발표된 것이 아니고 예전부터 그 개념이 존재하고 있었다. 즉, 가중치 기능은 [그림 1]에서 보여주는 것과 같이 EMI 수신기의 IF 단 출력단에 위치한 다이오드 검파기의 뒷부분에 위치하고 있는 회로에 의해서 이루어진다.

CISPR 16-1-1에서 소개하고 있는 검파기 종류에는 Peak 검파기, QP 검파기, RMS 검파기, AV 검파기, 그리고 AV-Log 검파기, APD(진폭확률분포: Amplitude

1) 전자파 방해 신호 측정기는 기본적으로 협대역 수신기로 간주할 수 있고, 검파기 앞단의 IF 출력의 대역 내에 일정한 진폭과 위상을 가지는 CW 신호는 임펄스 신호로 고려할 수 있다.



[그림 1] 전자파 방해 측정기의 검파기 부근의 회로

Probability Distribution) 검파기 등 6 종류의 검파기가 있다. 그러나 APD 검파기는 주파수마다 하나의 측정치를 제공하지 않고 진폭의 함수로서 특정한 진폭의 발생 확률을 측정 결과치로 나타내기 때문에 가중치 검파기로 간주할 수 없어 관련 내용은 본고에서 생략한다.

Peak 검파기의 경우, 측정 기간 동안에 발생된 가장 높은 진폭의 값 하나에 의한 영향만을 나타내는 가중치 측정 회로를 내재하고 있다. 동작 범위의 가장 높은 범위에서 검파를 시작하는 측정 방법을 의미한다. 측정 주기, 대역폭, 다양한 주관적인 요소에 의해 크게 좌우되는 가중치 측정법이다. QP 검파기에서의 가중 회로는 다양한 시정수를 가지고 가중치 기능을 수행한다. A 대역에서는 충전 시간을 45 ms, 방전시간을 500 ms 그리고 B 대역에서는 충전 시간을 1 ms, 방전 시간을 160 ms를 가지고 있는 검파 회로이다. 이러한 검파 회로를 설계하는 데에는 광대역 신호의 반복율의 함수로서 광대역 신호의 가중치를 추가하게 된다. 그래서 QP 측정에서는 첨두 전압과 첨두치 아래의 작은 동작 범위에 민감하게 반응하는 가중된 평균값을 추출한다. RMS 전압 측정은 전압의 제공한 경우를 나타낸다. 동작 범위의 높은 영역 범위를 강조하는 가중치 기능을 가진다. AV 검파기의 경우 동작 범위의 중간 범위에 존재하고 있는 전자파 잡음이나 신호 레벨에 가장 영향을 많이 받는다. 그래서 광대역 방해 신호가 존재할 때 낮은 레벨의 협대역 신호를 측정하기 위해 제한된 검파기의 한 종류이다. 특히 AV-Log 검파기의 가중치 기능은 동작 범위의 낮은 부분이 주로 영향을 받는다. 일

반적으로 협대역 방해 신호가 광대역 방해 신호보다 더 큰 영향을 미치는데, 협대역 신호와 임펄스형의 신호가 혼재해 있을 경우, QP 검파기로 측정을 하면 검파기는 광대역 신호의 첨두치에 주로 작용하기 때문에 낮은 레벨의 협대역 신호만을 측정하게 된다. 반면에 AV 검파기를 사용하면 광대역 신호를 억제하는 기능이 있어 협대역 신호를 측정하는 데 더 적합하다.

상기 가중치 측정법들은 평균적으로 천천히 변화하는 계측기 지시치를 주기 위해, 즉, 출력 레벨을 스무스하게 유지하기 위해 일반적으로 각 검파기에 따라 다른 시정수를 가진다. 그러나 우리 주변에 산재하고 있는 전자파 방해 신호는 순간적으로 빠르게 변화하고 있다. 검파기가 순간적으로 빠르게 변하는 방해 신호의 변화를 따라 가기 어렵기 때문에 상기의 다양한 검파기의 출력은 모두 일종의 평균치라고 할 수 있다.

또한 상기의 다양한 검파기는 모두 등가적인 RMS CW 신호로 교정을 하므로, 측정하고자 하는 신호가 CW일 때만 검파기는 정확한 지시치를 나타낸다고 할 수 있다. 그리고 가중치 특성에 따라 모든 종류의 검파기는 일정한 엔벨롭의 전압에 대해 하나의 지시치를 나타내어야 한다. 그래서 Matheson은 참고문헌 [8]에서 검파기의 지시치의 차이가 나타나는 것은 교정 차이가 아니라 검파기 특성에 의한 넓은 동작 범위를 가지는 전자파 방해 신호 때문이라고 지적했다. 서로 겹치지 않는 임펄스 신호와 같이 빠르게 변하는 방해 신호가 있을 경우 측정기의 동작 범위는 대체적으로  $10 \log(BW)$ 의 식으로 나타낼 수 있다고 발표되었다<sup>[9]</sup>. 그리고 일반적으로 광대역으로 측정된 데이터를 협대역 데이터로 변환하는 것이 역순의 경우보다 정확하여 광대역 측정을 추천한다.

방해 전압의 상대적인 APD를 알고 QP 전압치가 일정할 때 QP 측정치와 RMS 전압 측정치 간의 정확한 변환이 가능하다고 참고문헌 [10]에서 제시하였다.

일반적으로 QP 측정치의 변화가 작다고 가정한다면 이러한 변환은 상대적으로 이용할 수 있다고 제시하였었고, 지속적인 연구를 통해 CISPR 16-1-1에서는 결론을 내렸다; 펄스 반복주파수 100 Hz에 대하여 RMS 측정 결과치는 QP 측정 결과치보다 B 대역의 경우 14.3 dB이 높게 나타나고, C와 D 대역의 경우 20.1 dB 높은 결과치를 보여야 한다<sup>[6]</sup>.

### Ⅲ. RMS-AV 측정치의 특성 및 장점

RMS-AV 검파기는 코너 주파수  $f_c$ 보다 높은 펄스 반복 주파수의 경우에는 RMS 검파 기능을 가지고 코너 주파수보다 낮은 경우에는 AV 검파 기능을 수행하는 검파기이다. 즉, RMS 검파기와 AV 검파기가 연결되어 코너 주파수에 의해 다른 검파 기능을 수행하지만, 결국 가중치 기능을 가지고 첨두치를 지시하는 검파기이다.

RMS-AV 검파기는 다음과 같은 특성에 기초하여 표준화가 이루어졌다<sup>[11][12]</sup>. RMS-AV 검파기와 QP, AV, Peak 검파기와 같은 다른 검파기는 방해 신호의 종류에 따라 이들 사이에 아래와 같은 가중치가 존재한다고 제의되었다.

- 1) 비변조된 Sine 파형의 방해 신호: 모든 검파기가 동일한 지시치를 나타낸다. 위에서도 언급되었지만 Sine파의 경우 모든 종류의 가중치를 정확하게 계산이 이루어지고 측정될 수 있다.
- 2) 가우시안 방해 신호: RMS-AV 검파기는 AV 검파기보다 1 dB 정도 높은 지시치를 나타내고, QP 검파기보다는 6 dB 낮게 지시치를 나타내며(B와 C 대역), Peak 검파기보다는 10 dB 낮게 지시치를 나타낸다.
- 3) 임펄스형 방해 신호: RMS-AV 검파기는 AV와 QP(또는 Peak) 검파기 사이의 지시치를 나타낸다.

RMS-AV 측정 방법은 또한 아래의 성질에 기반을

두고 제안되었다<sup>[13]</sup>.

- 1) 전원 단자에서의 방해 전압 측정과 방해 전력 측정은  
전원단자에서 광대역 방해 신호에 대하여 RMS-AV 측정치는  
가) AV 한계치보다 4 dB 높게 지시치를 나타내며  
나) QP 한계치보다 6 dB 낮게 지시치를 나타내며  
다) Peak 측정치보다 10 dB 낮게 지시치를 나타낸다.
- 2) 안테나 단자에서의 방해 전압측정과 복사 전력 측정은  
안테나단자에서 협대역 방해 신호에 대하여 RMS-AV 측정치는 QP 측정치와 동일하게 나타나므로, QP 한계치가 정해진 곳에서는 한계치는 수정할 필요가 없다.
- 3) 현존하는 QP 한계치는 협대역 그리고 광대역 방해 신호 모두를 평가하기 위하여 RMS-AV 검파기에 대한 하나의 한계치로 대체될 수 있다.

RMS-AV 검파기의 가능한 장점은 1) 일반적으로 모든 종류의 연속적인 방해 신호에 대하여 RMS-AV 검파기를 적용할 수 있다고 인식되어 왔고, 2) RMS-AV 검파기는 IT(Information Technology) 장비에 대한 EMI 측정에 적용할 수 있다고 널리 인식되어 왔고, 3) 최종 측정을 위해 QP 검파기 대신에 RMS-AV 검파기를 사용한다면, 좀 더 신속한 측정이 가능하고, 4) 1 GHz 이상에서는 RMS-AV 검파기를 이용한다면 검파기를 바꿀 필요가 없다는 것이다.

### Ⅳ. RMS-AV, QP와 AV 측정치의 비교

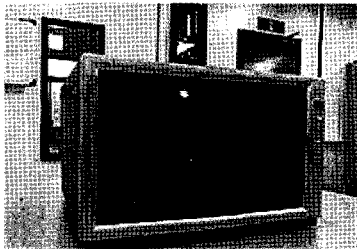
CISPR 16-1-1에 포함된 RMS-AV 측정법을 CISPR F에 포함시킬 있는 가능성을 검토하기 위해 지난 여

름(2010년) EMI 수신기를 이용하여 전도성 방출 특성(150 kHz~30 MHz)과 복사성 방출 특성(30~300 MHz)을 측정하였다. 측정기와 피측정기기는 <표 1>, [그림 2] 및 [그림 3]과 같다. <표 1>의 장비와 피측정기기를 가지고, 약 1 MHz의 AM 방송 신호를 송출하는 송신기를 On 했을 때, Off 했을 때 그리고 차폐실내에서 QP, AV, RMS-AV 측정법으로 측정하여 참고문헌 [1]에서 수행한 방법을 따라 1) RMS-AV 측정법으로 측정한 결과치와 QP 측정법으로 측정한 결과치 간의 차이 값을 비교하였고, 2) RMS-AV 측정법으로 측정한 결과치와 AV 측정법으로 측정한 결과치 간의 차이 값을 비교하였다. 상기 측정 전에 주위 환경 잡음이 30 dB 이하의 한계치가 만족되는 것을 확인하였다.

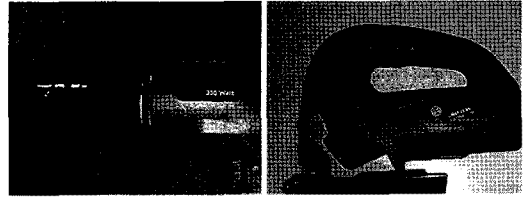
[그림 5]에서부터 [그림 10]에서 보여주는 6개의 그래프는 전절에서 피측정기기에 대한 전도성 방해 특성과 복사성 방해 특성을 QP 검파기, AV 검파기 그리고 RMS-AV 검파기로 측정한 결과와 RMS-AV 검파기의 출력과 QP 검파기의 출력 간의 차이 그리

<표 1> QP, AV, RMS-AV 측정법을 비교하기 위해 이 용된 측정 장비와 피측정 기기

측정 장비	피측정 기기
EMI 수신기(ESCI, R/S) 흡수 크랩프(MDS-21, R/S) LISN(ESH3-Z5, R/S)([그림 4])	와인 냉장고 1 종 [그림 2], 전기드릴 2 종 [그림 3])

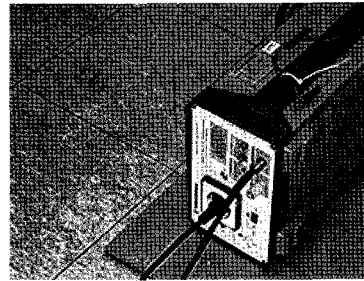


[그림 2] 와인 냉장고



(a) 전기 드릴 #1 (b) 전기 드릴 #2

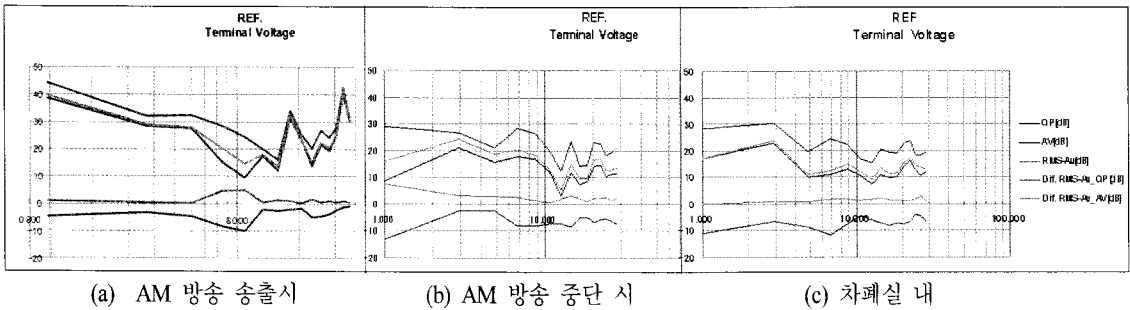
[그림 3] 전기 드릴



[그림 4] LISN 장비

고 RMS-AV 검파기의 출력과 AV 검파기의 출력 간의 차이를 방송 송출시, 방송 중단 시, 그리고 차폐실 내에서 측정한 결과를 보여주고 있다.

전도성 방출 특성을 먼저 검토하고, 복사성 방출 특성을 고려한다. [그림 5]는 와인 냉장고의 전도성 방출 특성에 대한 측정 결과이다. 방송 송출시 5.3 MHz까지 RMS-AV 검파기의 출력과 AV 검파기의 출력 간의 차이는 거의 없어 가중치 특성이 잘 이루어지고 있지만, RMS-AV 검파기의 출력과 QP 검파기의 출력 간의 차이는 -4~5 dB 정도 차이가 나타난다. 그리고 8 MHz(주파수 축의 위와 아래 부분)부근에서는 RMS-AV 검파기의 출력과 QP 검파기의 출력 간의 차이 그리고 RMS-AV 검파기의 출력과 AV 검파기의 출력 간의 차이 모두 크게 나타나고 있다. 약 10 MHz 이상에서는 일반적으로 0 dB 축에 근접하여 불안정한 특성을 보이지만 8 MHz 대보다는 작은 차이를 보이고 있다. 그리고 방송 송출 중단 시에는 1 MHz 근처에서 RMS-AV 검파기의 출력과 QP 검파



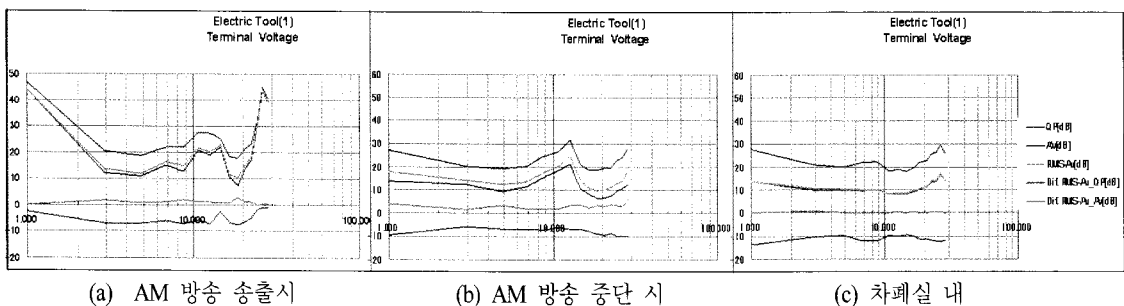
[그림 5] 와인 냉장고의 전도성 방출 측정 결과

기의 출력 간의 차이, 그리고 RMS- AV 검파기의 출력과 AV 검파기의 출력 간의 차이가 모두 크게 나타나고 있다. 약 2.5 MHz까지 이러한 차이는 줄어들어 약 2~3 dB 차이를 보인다. 그리고 RMS- AV 검파기의 출력과 QP 검파기의 출력간 차이는 10 MHz를 중심으로 약 -8 dB까지 그 차이가 나타나고 있다. 그러나 RMS-AV 검파기의 출력과 AV 검파기의 출력 간 차이는 약 3 dB 이내에서 이루어지고 있다. 차폐실 내에서 RMS-AV 검파기의 출력과 AV 검파기의 출력 간의 차이는 거의 보이지 않지만, RMS-AV 검파기의 출력과 QP 검파기의 출력 간의 차이는 10 dB 이상도 차이가 나는 것을 볼 수 있다.

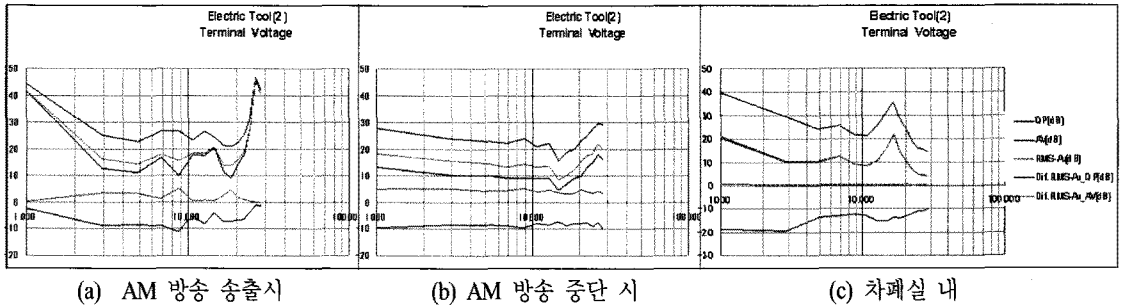
[그림 6]은 전기 드릴 #1의 전도성 방출 측정 결과를 보여주고 있다. 이 경우에는 차폐 실내에서도 RMS-AV 검파기의 출력과 QP 검파기의 출력 간의 차이가 1 MHz에서 30 MHz 정도까지 전 대역에 걸쳐 -10 dB 이상

차이가 나는 것을 알 수 있다. [그림 7]은 전기 드릴 #2의 전도성 방출 측정 결과를 보여주고 있다. 이 경우, 차폐실 내의 경우를 보면 RMS-AV 검파기의 출력과 QP 검파기의 출력 간의 차이가 1 MHz에서 2.5 MHz 정도까지 거의 -20 dB까지 차이가 나는 것을 알 수 있고, 그 이상의 주파수대에서도 -10 dB 이상 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 그렇지만 RMS-AV 검파기의 출력과 AV 검파기의 출력 간의 차이는 전 대역에 걸쳐 보이지 않는 것이 특이하다.

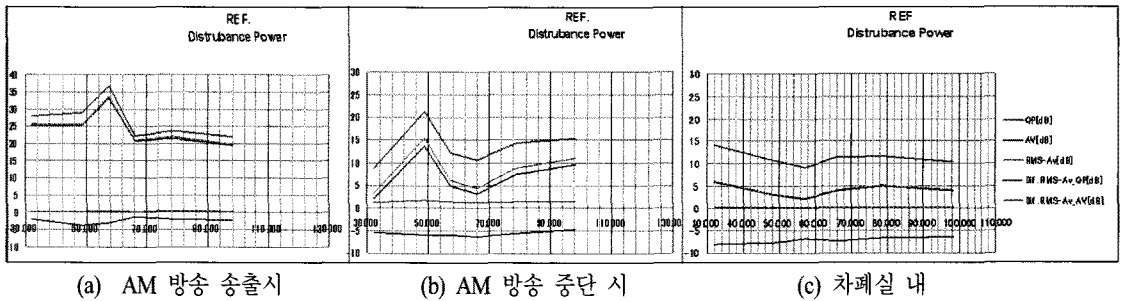
여기서 복사성 방출 특성을 비교 설명한다. [그림 8]은 와인 냉장고의 복사성 방출 특성을 보여주고 있다. RMS-AV 검파기의 출력과 AV 검파기의 출력 간 차이가 30~130 MHz의 측정 대역에 걸쳐 방송 송출시와 차폐실 내에서는 없다고 할 수 있지만, 방송 중단 시에는 약 2 dB 이내의 일정한 차이를 보이고 있다. 그렇지만 RMS-AV 검파기의 출력과 QP 검파기



[그림 6] 전기 드릴 #1의 전도성 방출 측정 결과



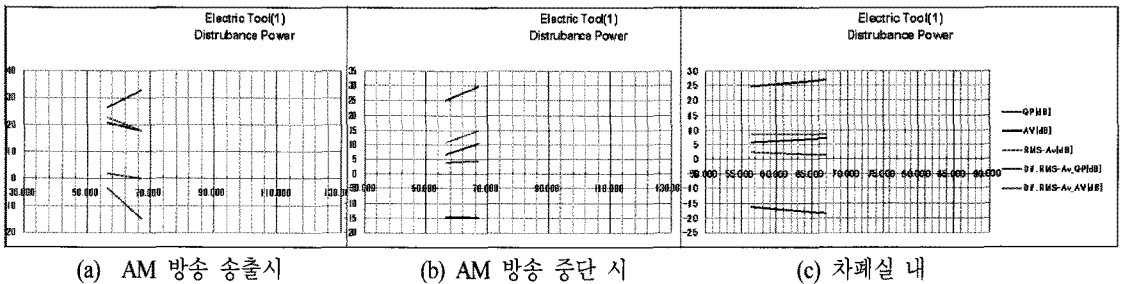
[그림 7] 전기 드릴 #2의 전도성 방출 측정 결과



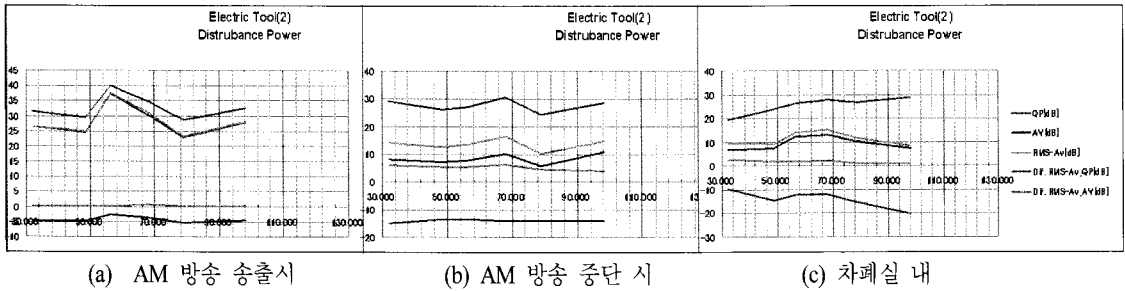
[그림 8] 와인 냉장고의 복사성 방출 측정 결과

의 출력 간 차이는 전대역에 걸쳐 방송 송출 시에는 약  $-2\sim-3$  dB 이내로 작지만 방송중단 시에는  $-5$  dB 이상 차이가 나고, 차폐실 내에서는 약  $-8$  dB까지 차이가 나는 것을 볼 수 있다. [그림 9]는 전기 드릴 #1의 복사성 방출 측정 결과를 보여주는 데, 방송 송출시 RMS-AV 검파기 출력과 QP 검파기의 출력 간 차이는 60 MHz 대에서  $-3$  dB에서  $-15$  dB까지 크

게 변하고 있고, 방송 중단 시에는 약  $-15$  dB의 일정한 차이를 보이고, 차폐실 내에서는  $-16$  dB 이상 차이를 보이고 있다. 방송 중단 시의 RMS-AV 검파기의 출력과 AV 검파기의 출력 간의 차이는 거의 5 dB에 가까운 차이를 보이고 있다. 마지막으로 [그림 10]에서는 전기 드릴 #2의 복사성 방출 측정 결과를 보여주고 있다. 여기서도 30 MHz에서 100 MHz 대역



[그림 9] 전기 드릴 #1의 복사성 방출 측정 결과



[그림 10] 전기 드릴 #2의 복사성 방출 측정 결과

에 걸쳐 RMS-AV 검파기의 출력과 QP 검파기의 출력 간의 차이는 방송 중단 시와 차폐실 내에서 -10 dB 이상 차이를 보이고, 방송 송출 시에는 -5 dB까지 차이를 보여주고 있다. 그렇지만 RMS-AV 검파기의 출력과 AV 검파기의 출력 간의 차이는 방송 송출 시에는 보이지 않고, 차폐실 내에서는 2 dB 이내로 근소한 차이를 보이지만, 방송 중단 시에는 거의 -15 dB 정도의 차이를 보이고 있다.

### V. 문제점 및 결론

본 고에서는 RMS-AV 가중치 측정 방법이 가전 제품군에도 이용 가능한가를 검토하기 위해 관련 기술에 대한 내용을 검토하고, 다양한 검파기의 가중치 특성을 실험적으로 비교하였다. RMS-AV 가중치에 대하여 실험적 비교 검토는 방송 송출시, 방송 중단 시, 차폐실 내외 같이 다양한 환경에서 와인 냉장고, 전기 드릴 두 종류를 가지고 RMS-AV 측정 결과, QP 측정 결과, AV 측정 결과 그리고 이들 측정 결과 간의 비교를 하였다. 즉, 가중치 비교 결과, RMS-AV 가중치 측정 방법은 CISPR F 쪽으로의 직접적인 도입은 적절치 않은 것으로 판단되었다. 일본의 측정 결과도 비슷한 내용이 발표되었다<sup>[3]</sup>.

EMI 수신기는 저잡음 슈퍼헤테로다인 수신 방식을 채택하고 있다. 검파기는 비선형 특성을 가지며, 수신기의 IF단 뒷단에 위치한다. 그렇지만 검파기를

다룰 때에 대부분의 참고문헌에서와 표준 문서에서 IF 단만을 고려하는 것이 첫 번째 문제이다. 그러므로 RF 신호가 IF 단으로 입력되기 전단의 특성을 일차적으로 고려하여야 한다. 즉, 수신기에 입력되는 신호에 대하여 전력 레벨, 대역폭, 주파수 변환기의 비선형성 등의 세 조건을 고려하여야 한다. 앞서서도 언급하였지만 현대의 전파 통신 기기는 전력 소모를 줄이기 위해 저전압 레벨에서 동작하므로 감도가 좋은 최신 디지털 수신기의 감도에 대한 대책, 그리고 모든 수신기는 대역 통과 필터를 내장하고 있어 협대역 수신기로 고려하여야 한다. RMS-AV 방법에서는 펄스 반복율에 대한 혼신 신호 레벨로 가중치가 결정된다고 하였으므로 RMS-AV 방법을 이용하려면 방해 신호의 레벨을 미리 알아야 하는 문제가 제기된다. 그리고 가전 제품에서 발생하는 임펄스성 신호 특성을 대역 통과 필터에서 필터링을 할 때 수신대역 외부에 존재하는 강한 신호가 있을 경우에 대한 가중치 문제가 이론적으로 고려되어야 할 것이다. 디지털 신호와 아날로그 신호, 임펄스 형태의 신호가 존재하는 현대의 전자파 환경에서 측정 방법의 표준화는 이론적인 근거를 가지고 신중하게 이루어져야 할 것이다. 왜냐하면 수신기는 CW 신호와 임펄스 신호를 구분하지 못하기 때문이다. 본고에서는 1 MHz의 AM 방송 신호를 임펄스 신호로 고려하였다.

그리고 CISPR 16-1-1의 <표 11>에서 E 대역(1~18 GHz)에서 VSWR이 3.0까지 허용되는 점의 경우는



수신기에 입력되는 신호의 50%가 반사되어도 좋다는 의미인데, RF단의 회로가 전력 레벨로 3 dB 감소되는 것은 보수적이지 않은 특성으로 보인다. 그리고 CISPR 16-1-1에서는 주파수 변환기 회로가 펄스 신호에 대해 어떻게 응답하는가에 대한 설명이 없고 단지 IMD만을 서술하고 있는 점 또한 문제이다. CISPR 16-1-1의 6-1에서 AV 검파기는 일반적으로 임펄스 형태의 신호에 사용하지 않는다고 언급하고 있지만, 본 연구에 의하면 RMS-AV 측정치와 AV 측정치의 차이는 대체적으로 없거나 일정한 경향을 보여주고 있는 점이 또한 문제로 생각한다. RMS-AV 측정의 경우, 펄스 반복 주파수가 코너 주파수보다 높으면 RMS 검파 기능을 이용하고, 코너 주파수보다 낮으면 AV 검파 기능을 사용하도록 설정하고 있지만, 어떻게 코너 주파수를 결정하는 점이 명시되지 않고 있는 점을 질문하고 싶다. RMS 방법은 통계적인 통신 이론에 유용한 파라메타라고 하고, Peak나 QP는 비통계적인 측정법인데, QP 측정치와 RMS 측정치가의 차이를 직접적으로 비교할 수 있는 것인지 또한 의문이다.

마지막으로 RMS-AV 측정법은 CISPR/1/261/FDIS에 대해 CISPR 16-1-1(CDV)와 CISPR/1/261/CDV에 따라 사전 조건없이 이용할 수 있지만, C 대역과 D 대역과 관련된 펄스 반복율 31.6 Hz 이하에서는 정의되지 않고 있다는 문제를 Kohling은 제의하였다(CISPR 16-1-1 <표 13>에 의거)<sup>[15]</sup>. 결과적으로 RMS-AV 측정법은 피측정기기의 방해 신호의 펄스 반복율의 EMC 특성의 좌우되어 디지털 전파 통신 시스템에 대해서는 보호 장벽이 높아졌지만 아날로그 전파 통신 시스템의 보호벽이 크게 낮아져서 두 종류의 규정이 존재하게 된다는 점을 제기하였다.

### 참 고 문 헌

[1] Deter Frank, "Proposal for an amendment to CISPR 14-1, regarding the introduction of the RMS-AV de-

tor as an alternative to the QP and AV detector", *CISPR/WG1(Deter) 08/01*, Jun. 2008.

- [2] Ihn Seok Kim, Hee Gon Cho, and Hee Sung Ahn, "An experimental comparison on weighting factors of the RMS-AV, QP, and AV detectors for a wine refrigerator and two drills", *CISPR F WG\_1 Meeting*, Seattle, Oct. 2010.
- [3] Yasunori Maekawa, "Test results using QP, average and RMS-Average detectors, and differences between the couples of them", *CISPR F WG1 Meeting*, Seattle, Oct. 2010.
- [4] Fabio Scalon, "Measuring the disturbance voltage level emitted by products within the scope of CISPR 14-1 using the QP, AV and RMS-AV detectors, calculate the difference between the values of the QP/AV detectors and the values of the alternative RMS-AV detector". *CISPR F WG1 Meeting*, Seattle, Oct. 2010.
- [5] Fabio Scalon, "Measuring the disturbance power level emitted by products within the scope of CISPR 14-1 using the QP, AV and RMS-AV detectors, calculate the difference between the values of the QP/AV detectors and the values of the alternative RMS-AV detector", *CISPR F WG1 Meeting*, Seattle, Oct. 2010.
- [6] CISPR 16-1-1 3.11 weighting(of e.g. Impulsive disturbance) p.12, Ed.3.0, Jan. 2010.
- [7] M. Stecher, "Weighting of interference according to its effect on digital communication services", *Proceedings of 1998 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, pp. 69-73, 1998.
- [8] Robert J. Matheson, "Instrumentation problems encountered making man made electromagnetic noise measurements for predicting communication system performance," *IEEE Trans. Electromagnetic Compa-*

- tility, vol. EMC-12, no. 4, pp. 151-158, Nov. 1970.
- [9] A. D. Spaulding, C. J. Roubique, and W. Q. Crichtlow, "Conversion of the amplitude-probability distribution function for atmospheric radio noise from one bandwidth to another", *J. Res. Nat. Bur. Stand. (Radio Propagation)*, Sec D, vol. 66, no. 6, 1962.
- [10] J. H. Cook, "Quasi-Peak-to-RMS voltage conversion", *IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility*, vol. EMS-21, no. 1, pp. 9-12, Feb. 1979.
- [11] CISPR 16-1-1 Ed. 3.0 2010-01/CISPR 16-2-3.
- [12] CISPR 13 Ed. 5.0 2009-06.
- [13] J. Medler, "Experience with the RMS-average detector", *IEEE EMC Society Newsletters*, Issue No. 219, pp. 72-76, Jul. 2008.
- [14] M. Stecher, "A weighting detector for the effect of interference on digital radiocommunication services", *IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, pp. 449-452, 2003.
- [15] A. Kohling, "RMS-AV", *CISPR H WG1*, May 2009.

≡ 필자소개 ≡

김 인 석



1974년 2월: 경희대학교 전파공학과 (공학사)  
 1984년 2월: Univ. of Ottawa 전기공학과 (공학석사)  
 1990년 10월: Univ. of Ottawa 전기공학과 (공학박사)  
 1973년 10월~1980년 8월: 한국방송공사(KBS) 기술사원

1983년 2월~1983년 12월: 캐나다 Com Dev Ltd, Div of Satellite System, Technical Staff

1984년 1월~1985년 8월: 캐나다 General Instrument, Div. Satellite System, Senior Engineer

1990년 10월~1991년 2월: Canadian Space Agency, David Florida Lab., Research Scientist

1997년 1월~2001년 12월: 정보통신부 국가주파수 심의위원

1999년 3월~2000년 2월: ETRI(초빙연구원), 스위스 연방공과대학(방문교수), 모토로라 전자파 연구소(Ft. Lauderdale, US) 초빙연구원

2003년 1월~2004년 12월: (사)한국항행학회 회장

2004년 7월~2007년 2월: 한국전파교육 대학협의회 회장

1992년 3월~현재: 경희대학교 전자정보대학 전자·전파공학 교수

2000년 1월~현재: 미국 전기전자공학회(IEEE Microwave Theory & Techniques), 논문심사위원

2002년 1월~현재: 미국 전기전자공학회(IEEE Microwave & Wireless Components Letters), 논문심사위원

2006년 11월~현재: 한국전자파학회 전자파교육연구회 위원장

2007년 1월~현재: 방송통신위원회 전파연구소 전자파기준전문위원회 BF소위원회 위원장

[주 관심분야] 초광대역(UWB) 필터, 전력 분배기, 방향성 결합기 등 수동소자 개발, EMI/C와 EMP 대책 기술, 전자파 신호 검파기술, 전파교육, 마이크로웨이브 공진기연구, 공진기의 발전기와 필터 쪽의 응용 연구 등

조 희 곤



1998년 8월: 연세대학원 전자공학(공학석사)

1988년 1월~현재: (주)대우일렉트로닉스 품질신뢰성연구소 규격인증팀장

[주 관심분야] EMI/EMC(측정 표준화, 대책), 전자파 수치해석, 전자파 필터

안 희 성



1988년 2월: 서울대학교 전기공학과 (공학사)

2000년 9월: 일본 사가대학 공학계연구과 박사전기과정 졸업

2000년 10월: 한국전기연구원 퇴사

2003년 9월: 일본 사가대학 공학계연구과 박사후기과정 졸업

2003년 10월~현재: 기초전력연구원 연구사업처 연구2팀장

2005년 9월~현재: CISPR B 분과위원회 WG2 Project Leader

2007년 9월~현재: CISPR B 분과위원회 WG2 Convener

2011년 1월~현재: 스마트그리드 EMC표준화 WG간사

[주 관심분야] EMI/EMC 측정 표준화