

고효율 신형 정류시스템에 대한 고찰

김 규홍, 정 재훈, 조 만현, 안 치홍
한국통신 기술지원센터

A study on the new high efficiency rectifier system

Gue-Hong Kim, Jae-Hoon Jeong, Man-Hyun Cho, Che-Hong Ahn
Technology Support Center, Korea Telecom

Abstract - 교환기나 전송장치 등 각종 통신설비에 전원을 공급하기 위해서 정류기, 축전지 및 발전기 등의 전원설비가 사용되고 있다. 이들 중에서도 정류기는 통신설비에 직류전원을 공급하기 때문에 다른 전원설비보다도 신뢰성 및 안정성이 확보된 장치로 인식되어 왔다. 그러나 현재 사내전화국에 설치 운용중인 정류기는 교환기별로 종류가 다양하여 유지보수에 어려움이 내재하고 있을 뿐만 아니라 통신망의 광대역화, 대용량화에 대처가 곤란하며 정류기를 전력실 또는 통신실에 집중해서 설치 운용하는 집중공급방식으로는 축전지의 만충전이 곤란하다. 또한 현재의 이러한 급전방식은 통신장치의 광대역화, 고도화 등 통신망의 급격한 발전과 함께 다음과 같은 문제점이 대두되고 있다.

첫째, 전력실에서 총괄하여 교류전력을 직류48V로 변환해서 급전하기 때문에 급전전류가 크게되고, 또한 전력실에서 통신실까지의 급전손실이 크다

둘째, 통신설비의 증감에 따른 전원설비의 증감이 어렵기 때문에 설비 가동율이 나쁘다

셋째, 전원설비의 고장에 의한 전화국 전체설비에 심각한 영향을 미칠수 있다

이러한 문제점을 해소하기 위하여 집중 및 분산급전방식으로 운용이 가능하며, 또한 모든 전원설비를 감시/제어하는 전원 집중관리 시스템과의 인터페이스 등이 가능한 정류시스템을 1997년부터 개발하였다.

본고에서는 신형 정류기와 기존의 정류기와의 성능 및 특성에 대해 비교하였고, 특히 경제성측면과 설치상면에 대해 비교분석 하였다. 또한 집중급전방식과 분산급전방식의 특성에 대해서도 서술하였다.

I. 기존 정류기의 문제점

현재 운용중인 정류기는 교환기마다 수입 또는 국내생산품 등 여러 가지 기종이 있을 뿐만 아니라 교환기마다 입력전압 범위가 다르기 때문에 운용자가 유지보수하는데 많은 어려움이 내재되어 있었다 [1]. 주요 통신설비별 직류전원장치 사용방식 및 입력전압범위는 <표 1>에 나타난 바와 같다. <표 1>에서와 같이 AXE형 정류기는 부하보상방식이 부스터콘버터방식으로 부스터콘버터를 가지고 있으며, 축전지도 24CELL이 아니라

23CELL로 운용하면서 부족전압을 부스터콘버터에서 보상해주고 있다. 더욱이 주요 통신시설과 함께 도입된 현용 직류전원장치는 전원 공급방식이 다양화 되어 운용관리에 어려움이 내재되어있고, 주요 통신설비별(MIOCN 등 10개)로 직류 전원시설을 도입 하거나 국산화하여 구조, 특성, 성능, 용량 등이 상이하며 통신시설 또는 전원시설 생산 업체별로 제한하여 규격화되었으므로 호환성, 표준성 등이 결여되고 직류전원시설의 공급계획, 유지보수 등에 많은 어려움이 있다. 또한 통신망의 광대역화, 대용량화에 대처하기가 곤란하며 전압강하 해소를 위하여 교환기 인접장소에 직류 전원시설을 설치하여야 하므로 설치공간 확보가 지난하고, 통신시설의 대용량화에 따른 현행 직류전원장치 운용방식에 한계를 느끼고 있는 실정이다. 그리고 대용량 시설을 증설 설치하므로 인력 분할손 발생 심화 및 대전력 절체시 장애 발생요인이 있다.

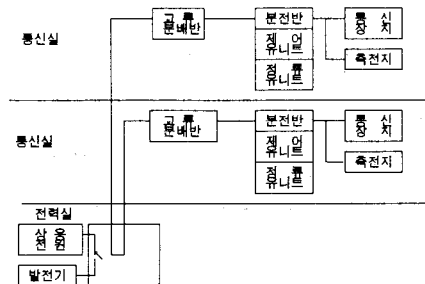
II. 집중급전방식과 분산급전방식

현재 사내의 전력공급방식은 각종 통신설비에 대해 동일장소에서 전원을 공급하는 집중급전방식을 택하고 있다. 이 방식은 전력실 한 곳에서 각종 통신설비에 전원을 공급하기 때문에 전원설비의 고장에 의한 전화국 전체설비에 심각한 영향을 미칠 수 있을 뿐만 아니라 통신장치의 광대역화, 고도화 등 통신망의 급격한 발전에 따른 많은 문제점이 대두되어 선진국에서는 이미 수년 전부터 집중급전방식에서 분산급전방식으로 본격적인 전환이 이루어지고 있는 실정이다 [2] [3]. 영국의 BT(British Telecom)사는 1982년교환설비, 전송설비에 대한 직류전원을 공급하는 방법을 집중급전방식에서 랙설치형 전원(RPM: Rack Mounted Power)으로 전환하여 지금은 직류전원의 90% 이상을 분산급전방식인 랙설치형으로 운용하고 있다. 또한 일본의 NTT도 1987년에 분산급전방식을 도입하여 각종 통신설비에 적용하여 지금까지 운용중에 있다.

신형 정류시스템은 집중급전방식과 분산급전방식을 겸용해서 사용할 수 있으며 분산급전방식일 경우는 통신설비에 따라서 전원설비를 설치하는 방식으로 기본 구성도는 (그림 1)과 같다.

<표 1> 주요 통신설비별 직류전원장치 사용방식 및 입력전압범위

통신시설	직류전원장치	입력전압(V)	부하보상방식
MIOCN	MIOCN형(400A)	44-52	고효율형, 단전지
NO. 1A	NO. 1A형(200A)	44-52/22-26	전부동방식
NO. 4	NO. 4형(200A)	120-153.5	전부동방식
AXE-10	AXE형(200A/100A)	47-51	부스터콘버터방식
TDM-10	고주파방식(400A/600A)	44-54	전부동방식
SI240	AXE형(200A)	40.35-56.5	전부동방식
SESS	NO. 1A형(200A)	43.5-52.5	전부동방식
PCM 및 광전송장치	MIOCN형 및 고주파방식	42.5-54	단전지 및 전부동방식



(그림 1) 분산급전방식의 구성도

(그림 1)에서와 같이 상용전력은 교류분배반을 두고 전력실에서 급전되고 정류기시스템의 분전반을 통해 정류유니트에 필요한 전압으로 변환된다. 현재 운용중인 집중급전방식과 같이 상용전력의 전지를 대비해서 장시간 에너지원인 발전기와 단시간 에너지원인 축전지를 사용하며, 제어유니트는 직류전압을 부하의 필요한 전압에 맞도록 조정하기 위해서 사용되며, 또한 16bit급 이상의 CPU, Real Time Clock, Watchdog Timer가 내장되어 각 유니트 및 구성기에 대한 정보, 상태, 계측 및 각종 데이터 등을 관리하며, 주요 경보데이터 등에 대한 것은 운용자에게 보고하는 기능, 자기진단 및 자기회복기능, 감시장치인 전원집중 관리시스템과의 데이터 송출기능 및 데이터 업/다운기능 및 전원집중 관리시스템에서 ON/OFF할 수 있는 원격제어 기능, 축전지 충전기능 등이 있다. 정류유니트는 220V/380V상용교류전원을 48V직류전원으로 전환해서 분전반을 통해서 부하에 공급한다. 그리고 본 유니트는 출력 과전압, 저전압이 걸리면 자체 정지하는 보호기능, 이상 발생시 경보신호를 제어유니트에 송출하는 기능 등이 있다. 교류분배반은 전력실에서 통신실까지의 급전선 손실을 감소시키기 위해 통신실 가까이 설치한다. 또한 축전지도 이용율을 높이기 위해서 통신실에 설치하며, 추후 축전지는 통신장치(교환기, 전송장치 등) 1 Row의 용량에 따라 정류기시스템의 랙안에 넣어서 운용할 계획을 가지고 있다.

III. 고효율 신형정류시스템

위의 문제점을 해소하고 집중급전방식 및 분산급전방식으로 운용이 가능한 고효율 신형정류기를 한국통신에서는 1997년부터 2년여 동안 연구를 하여왔다. 고효율 신형정류기의 구성도는 (그림 2)와 같다. (그림 2)에서와 같이 분전반은 AC 3상 220/380V를 받아서 정류모듈에 공급하고 또한 정류모듈로부터 -48V를 교환기에 공급한다. 한국통신에는 정전이나 정류시스템의 고장 등을 고려한 예비전원으로 축전지와 발전기를 가지고 있다. 만일 정전이 발생하면 전력실이나 축전지실에 설치되어 있는 24셀로 구성된 1차 예비전원인 축전지가 정류시스템 대신 교환설비에 전원을 공급하고 약 20분 정도가 지나면 2차 예비전원은 발전기가 가동된다.

제어유니트는 마이크로 프로세서가 내장되어 정류시스템의 성능이나 상태데이터 및 계측데이터를 측정한다. 또한 이러한 데이터를 전원집중 관리시스템과의 인터페이스를 통해 운용자에게 전달한다. 그러면 운용자는 전원집중 관리센터에 있는 운용자는 모든 정류시스템에 대한 상태를 한눈에 알 수 있도록 설계되어 있다.

정류모듈은 AC 3상 220/380V를 -48V로 변환시켜 교환설비에 공급하면서 축전지를 충전시킨다. 개발된 정류모듈의 종류는 3가지로 100A, 50A, 25A로 구별된다. 100A의 최대출력은 1000A로 한랙에 100A모듈 10개를 실장할 수 있으며, 50A의 최대출력은 300A로 한랙에 50A모듈 6개를 실장할 수 있고 25A의 최대출력은 200A로 한랙에 25A모듈 8개를 실장할 수 있도록 설계하였다.

IV. 시스템의 주요특성

기존 정류기와 비교한 신형 정류기시스템의 특성은 아래와 같다.

(1) 새로운 공진형회로방식의 채택으로 효율 증가 및 잡음감소

기존의 HFCR정류기는 교류를 정류한 고전압의 직류를 PWM방식으로 스위칭하여 원하는 -48V의 전압을 얻고 있다. 이 방식은 스위칭 시에 스위칭손실과 스위칭 잡음이 발생하는 단점이 있었다. 이러한 단점을 해소하기 위해 신형 정류기시스템에는 기존의 HFCR정류기에서 스위칭 시에 나타나는 단점들을 제거하여 효율이 향상되어 정류기의 축소가 가능해지고, 잡음의 감소에 따라 잡음

제거용 필터의 단순화가 가능해졌다.

(2) N+1시스템 구성

N+1 잉여 전원시스템 구성으로 한 개의 정류모듈을 잉여로 사용하여 한 모듈의 고장 시에도 다른 모듈에 영향을 주지 않고 정상동작이 가능하다.

(3) HOT PLUG IN 방식으로 증설 및 장,탈착이 용이함.

기존제품은 수동예비충전회로로 출력캐패시터를 충전시킨 후에 정류 모듈의 전원을 ON하는 단점이 있으나 신형 정류기는 HOT PLUG IN 방식을 채택하여 정류 장치가 동작 중에도 정류모듈을 장,탈착이 가능하다.

(4) 원거리 모듈과 부하분담 가능

기존제품은 제어반에서 모듈의 기준전압을 일정하게 설정하여 각 모듈의 출력전압을 같게 유지하므로서 부하분담이 이루어지기 때문에 원거리모듈(라인이 긴 모듈)은 LINE DROP 때문에 부하분담이 정확히 이루어지지 않지만 신형정류기의 경우는 LOAD SHARE BUS를 차동 입력으로 사용하여 각 정류 모듈 간의 GROUND 전위 차에 의한 오차를 줄임으로서 LOAD SHARE가 정확하고 원거리 모듈과 부하분담이 가능하다.

(5) 정류모듈내에 μ -Processor 내장

기존 정류기는 제어반에 내장된 8bit μ -Processor에 의해서 각 모듈이 제어되기 때문에 제어반 고장시 정류기도 이상이 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 신형 정류기시스템에는 정류모듈 내에 μ -Processor를 내장하여 정류시스템의 제어유니트 고장시에도 정류모듈내의 제어회로에서 입, 출력 상태를 감지하여 정상 동작이 가능하다.

(6) 정류모듈에 RS422, RS232 통신Port 내장

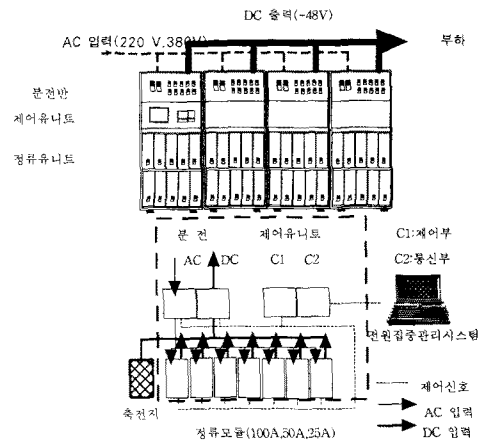
기존제품은 제어반에 내장된 RS232 통신Port에 의해서 정류모듈의 상태를 감시하였으나, 신형 정류기시스템에는 정류모듈내에 RS485, RS232 통신Port 내장하여 RS485 통신 Port로는 각모듈간 및 제어유니트와 멀티통신을 하고, RS232 통신 Port로는 모듈의 출력전압, 전류 및 경보상태, 모듈ID, 현재 설정치 현황을 Monitoring 할 수 있다.

(7) 자유로운 기능 변경

기존제품은 하드웨어 변경에 의한 사양변경이 가능하였으나, 신형 정류기시스템은 소프트웨어 프로그램에 의한 사양 변경이 가능하다.

(8) 전원집중관리시스템(ELITE)과의 연계성

기존 정류기는 시스템 상태를 자체 LCD Display에 의해서만 감시가 가능하여으나 신형 정류기시스템은 자체 LCD Display 및 감시장치에서 시스템 상태를 감지함은 물론 전원집중 관리시스템(ELITE)에서도 상태감시 및 원격제어가 가능하다.

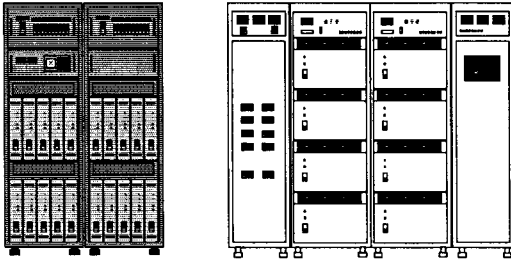


(그림 2) 신형 정류시스템 구성도

V. 신형 정류시스템과의 기존 정류기와의 경제성 비교

신형 정류시스템과 기존 정류기(HFCR: High Frequency Conversion Rectifier)와의 비교는 경제성과 설치상면에 대한 것이다. 특히 신형 정류시스템은 집중급전 및 분산급전을 모두 만족할 수 있도록 설계되어 있으며, 두 시스템의 비교 모델은 (그림 3)에 나타난 바와 같다. (그림 3)에서와 같이 기존 정류기는 정류기 1000A, 교류분배반, 직류제어반으로 구성되어 있고, 비교의 기준은 아래와 같다.

- 정류시스템의 용량 : DC 48V, 1000A
- 정류모듈 : 100A 모듈



(a) 신형 정류시스템

(b) 기존 정류기

(그림 3) 신형 정류시스템 및 기존 정류기 비교 모델

(1) 설치상면

기존 정류기와 신형 정류시스템간의 크기와 무게 등의 비교는 <표 2>와 같다. <표 2>에서와 같이 1000A를 설치하는데 필요한 설치상면은 신형 정류시스템이 기존 정류기에 비해 약 50%를 감소시킬 수 있다. 주요 이유는 아래와 같다.

- 신형 정류시스템의 정류모듈 크기 및 무게가 감소되었다.
- 신형 정류시스템은 한래에 분배반, 제어유닛, 정류유닛를 모두 실장하도록 설계되어 있다는 것이다.

< 표 2> 기존 정류기와 신형 정류시스템간의 크기 및 무게 비교

	기존 정류기	신형 정류시스템	비교
한래 실장 능력	48V/400A	48V/1000A	60% 향상
SIZE(W×D×H)	317×463×578	150×550×500	52% 감소
WEIGHT	60Kg	24.8Kg	59% 감소

(2) 경제성

신형 정류시스템과 기존 정류기의 연간유지비용으로 경제성을 비교하면 아래와 같은 이유로 약 30%정도 감소된다.

(a) 정류기 가격

신형 정류시스템과 기존 정류기와의 가격비교는 <표 3>과 같으며, 가격이 약 10%이상 저렴한 이유는 아래와 같다.

(b) 공사 가격

신형 정류시스템의 공사비용 기존정류기보다 케이블의 축소 등으로 약 10%정도 절감된다

(c) 연간 전기료

신형 정류시스템의 연간 전기료는 <표 4>에 나타난 바와 같다. [4] <표 4>에서와 같이 전기료는 약 4%이상 절감되며, 이유는 아래와 같다.

- 효율이 3%이상 향상되었다
- 통신실과 전력실간의 연결 케이블수를 줄일 수 있다

<표 3> 기존 정류기와 신형 정류시스템간의 가격 비교 단위(원)

구분	기존 HFCR 정류기	신형 정류시스템
정류유닛	정류기(400A)×12 : 10,580,000×12= 126,960,000원	정류기(800A)×6 : 120,000,000원
제어유닛 분배반	직류제어반 : 4,844,000 원 배전함 : 2,338,000원 분전함 : 4,095,000원 (Rack없는 포함됨 것으로 본다)	제어유닛 : 5,000,000원 (TDX-10A 이전 교환기에 사용할 경우 분전함이 필요함 : 4,095,000원)
총 계	138,237,000원	125,000,000(129,095,000)원

* HFCR(High Frequency Conversion Rectifier)

* 1. 동일하게 4800A로 책정

* 2. Rack 및 Battery가격은 동일하게 책정

* 3. 공사비도 동일하게 책정

<표 4> 전기료

	기존 정류기	신형 정류시스템	비교
효율	90%	93%	3% 향상
* 소요 전력 : 513,800MWH(1997년)			
* 전기료 : 0.03×513,800MWH×80.07원/KWH = 1,234,200천원/년			

VI. 결론

한국통신은 기존 정류기의 대체용인 신형 정류시스템의 개발을 1997년부터 시작하였다. 최근의 기술인 공진형 스위칭 방식을 사용한 신형 정류시스템은 기존 정류기 보다 크기와 무게를 감소시켰으며, 기존 정류기와 신형 정류시스템과의 비교에서 얻은 결과는 첫째 30%이상의 경제적 이득이 있으며, 둘째 정류시스템 설치공간을 50% 이상을 줄일 수 있었다. 또한 신형 정류시스템은 집중급전 및 분산급전방식에 전부 사용할 수 있도록 설계되어 있기 때문에 차세대 교환설비 및 기존에 운용중인 교환설비에 적합하고, 노이즈감소, 정류모듈의 축소, 전원집중 관리시스템과의 인터페이스 등으로 현업의 운용자들은 유지보수가 편리하게 되었다.

앞으로의 연구는 고효율구성에 대한 접지방범과 새로운 소자에 의한 고효율 구성 및 운용방법에 좀더 심도 깊게 계속되어야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] 네트워크본부 "통신용 직류전원기술 발전계획", 한국통신, 1996.
- [2] J.GIRARD "Current and future Power Supply Techniques for Telecommunications Systems" INTELEC, 1987.
- [3] Yugo KOYAMA, Tsutomu TAKEDA, "A Decentralized Power System for Telecommunications Equipment" IEEE, 1988.
- [4] "전력사용 합리화 및 전원설비 성과분석", 한국통신, 1997.