

## 통신용 정류시설의 기술적 동향에 관한 연구

김 만 고

### A Study on Technical Trends in Telecom Rectifier Plant

M. G. Kim

**Key words** : Telecom power(통신 전력), Rectifier technique(정류기 기술), High - frequency switching converter(고주파 스위칭 컨버터), Technical requirements(기술적 요구사항)

#### Abstract

The rectifier is the main element in the telecom DC power system. This paper investigates the advantages and disadvantages of three rectifier techniques ; thyristor, ferro - resonant, and switched - mode. Compared with other techniques, the switched - mode rectifier technique offers several advantages such as higher efficiency, smaller size and weight, and lower audible noise. Technical requirements in telecom rectifier plant are also described. Finally, the future trends in telecom powering are discussed in connection with the advance of telecom networks.

#### I. 서 론

정보화 사회의 발전과 더불어 통신네트워크의 심장인 통신에너지의 사용량도 점점 증가하여 한국통신의 에너지 사용량은 연간 약 70만 MWh(93년도 기준)에 이르고 있다. 통신에너지 사용량을 용도별로 분류하면, 교환기나 전송장비 등의 통신장비에 직접 공급되는 통신전력용으로 56%, 통신장비 자체에서 발생하거나 전력변환과정의 손실로 발생한 열을 식히기 위한 냉방용으로 28%, 조

명용으로 9%, 전열기 등의 기타용으로 7%가 사용된다.

Fig. 1은 전화국의 전력공급 계통도를 나타낸다. 통신장비 자체에 소요되는 통신전력은 직류와 교류로 분류할 수 있는데, 직류전력은 상전이나 예비발전기를 통해 얻은 교류를 직류로 변환하는 정류시설을 통해 얻고 있다. 상전이 정전시 직류전력은 축전지에 저장된 에너지를 단기적으로 이용하여 공급된다. 축전지에서 전력이 공급되는 동안에 예비발전기를 가동시켜 정상전압에 이르면 스위치

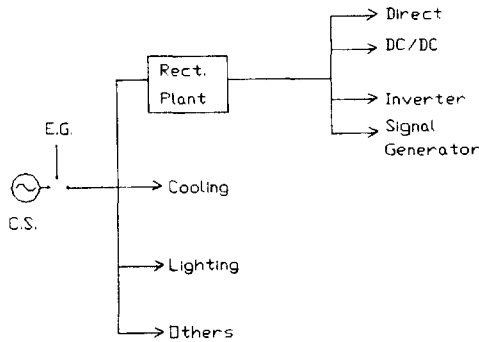


Fig. 1 Typical power system of central office.

를 상전에서 발전기로 작동시켜 교류입력을 발전기로부터 얻는다. 복구된 교류입력을 이용하여 정류시설은 통신부하에 전력을 공급하는 동시에 교류 정전동안에 방전된 축전지에 에너지를 충전하는 역할을 수행한다. 상전 복전시 예비발전기를 멈추고 스위치를 발전기에서 상전으로 투입시켜 교류를 상전으로부터 받는다. 또한 통신장비용 교류 전력은 팬이나 교환기의 주변장치에 필요한데 교류전력의 소요량은 수 KVA 정도로 적고 상전이나 인버터의 출력을 통해 공급된다.

통신전력의 대부분을 차지하는 직류를 만드는 정류시설의 출력 -48V는 통신장비 전원의 매개 버스

전압으로 주로 이용되고 있고, 매개 버스전압을 기본으로 최종부하에서 요구하는 전력을 만든다. 매개전압 이상시 통신시설에 영향을 주어 통신망의 두절을 초래하므로, 매개 전압을 만드는 정류시설은 일반적으로 높은 신뢰도를 요구하고 있어 병렬 운전되는 정류유닛 하나에서 고장이 발생되더라도 전력공급에 지장이 없도록 여유대수를 두어 운전한다. 부동운전인 경우 정류시설의 출력은 통신 장비에 전력을 공급하는 동시에 축전지 충전을 할 수 있도록 정류시설 출력용량을 설계해야 한다.

본 논문에서는 전화국의 전원시설 중 핵심인 정류시설에 대해 다룬다. 현재 사용되고 있는 정류기 종류인 싸이리스터형 정류기, 철공진형 정류기, 스위칭형 정류기에 대해 원리와 장단점을 서술한다. 통신운용회사에서 중요한 요소로 고려하는 운용 및 유지보수에 관련된 요구사항을 포함하여 정류시설에 대해 필요한 기술적 요구조건을 기술하고, 마지막 부분에서는 새로운 통신 서비스의 등장에 대응한 정류시설의 향후 발전방향에 대해 다룬다.

## II. 통신용 정류시설의 종류

### 1. 싸이리스터형 정류기

싸이리스터형 정류기는 60년대에 이용되기 시

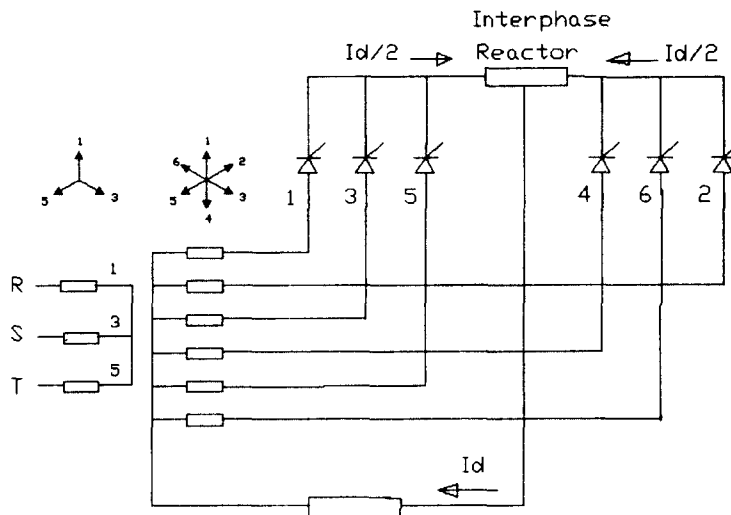


Fig. 2 Thyristor rectifier circuit.

작하여 현재는 대용량 3상 정류기로 주로 사용되고 있다. 상간리액터가 있는 싸이리스터형 정류기의 예를 Fig. 2에 나타내었다. 상간리액터는 각각의 3-펄스 전류회로가 서로 독립적으로 동작이 가능하게 한다. 정류기의 안정된 출력전압은 입력 교류의 위상을 기반으로 싸이리스터의 게이트 트리거각을 제어하여 얻으며, 각 싸이리스터의 도통각은 120도이다. 정류기 출력필터의 전류는 각 3-펄스 그룹에 의해 공유되어 싸이리스터의 도통 전류의 크기는 출력필터전류의 1/2이다.

싸이리스터형 정류기는 상전의 교류주파수에 의해 트랜스포머의 1차측에서 2차측으로 전력전달이 이루어져 트랜스포머 및 필터의 사이즈가 크다. 따라서 국사내의 공간이용효율이 떨어지고 대개체 작업에 드는 노동시간이 커 통신용 정류시설에서 차지하는 사용범위가 점차 줄고있다.

2. 철공진형 정류기

철공진형 정류기술은 70년대 초기에 실용화되어 발전되었다. 철공진 기술의 장점인 트랜스포머 1차측과 2차측 사이의 높은 절연저항, 정현파에 가까운 입력전류 등을 유지하면서 주파수 및 입력 전압변동에 대해 출력전압 안정도를 개선한 회로가 제어된 철공진 기술이다.

Fig. 3은 제어된 단상 철공진 정류기의 기본회로를 나타낸다. 자기분로(Magnetic Shunt)에 의해 분리된 두 부분에 1차권선과 2차권선이 각각 존재하여 뛰어난 절연특성을 가진다. 정류기의 출력전압은 입력 교류위상에 기초한 Triac CR1의 트리거 펄스각을 제어하여 얻으며 트리거를 가하지 않을

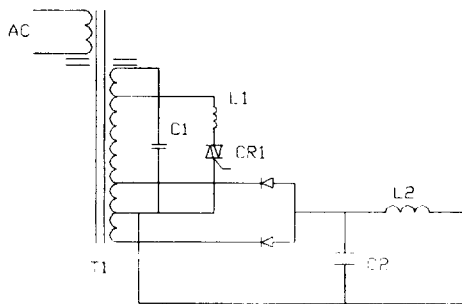


Fig. 3 Single - phase controlled ferro - resonant rectifier circuit.

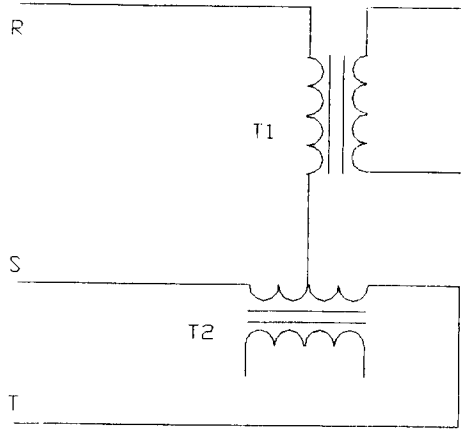


Fig. 4 Three - phase ferro - resonant rectifier ; Scott configuration.

때 최대출력을 얻는다.

삼상 철공진형 정류기는 여러개의 단상 철공진형 트랜스포머로 구성된다. 입력이 삼상인 경우 3개의 단상 철공진 트랜스포머를 이용하는 방법과 2개의 단상 철공진 트랜스포머를 이용하는 스코트(Scott) 구조가 이용되고 있다. 20Kw이하의 중형 정류기에는 스코트구조가 경제적이거나 대형정류기에는 3대의 철공진 트랜스포머를 이용하는 방법이 경제적인 편이다. Fig. 4는 삼상 철공진 스코트구조를 나타낸다.

철공진형 정류기는 역률이 우수하고 트랜스포머의 1,2차 절연저항이 큰 장점이 있다. 그러나 경부하 상태에서 전력변환 효율이 낮고 전부하 상태에서 효율이 우수한 특성이 있어 에너지 이용효율을 높이기 위해 가급적 전부하 상태로 운전해야하는 단점이 있다. 트랜스포머에서 1차와 2차의 전력전달 주파수가 상전의 교류주파수에 해당하여 트랜스포머 및 필터의 사이즈가 크다.

3. 고주파 스위칭형 정류기

고주파 스위칭형 정류기는 80년대에 사용되기 시작하여 사용범위가 점차 증대하고 있다. Fig. 5는 스위칭형 정류기의 블럭도를 나타낸다. 스위칭형 정류기의 기본구성은 2개의 블럭으로 표현할 수 있는데, 입력회로는 교류를 높은 직류전압(대개

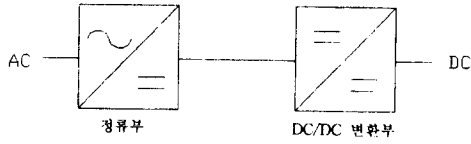
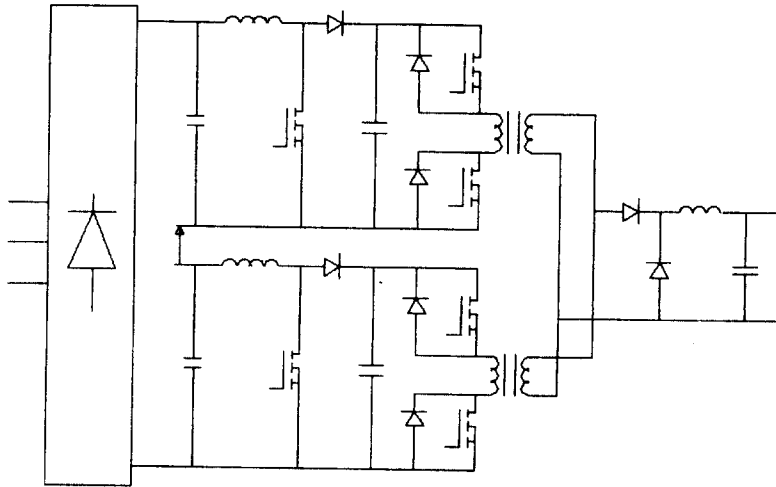


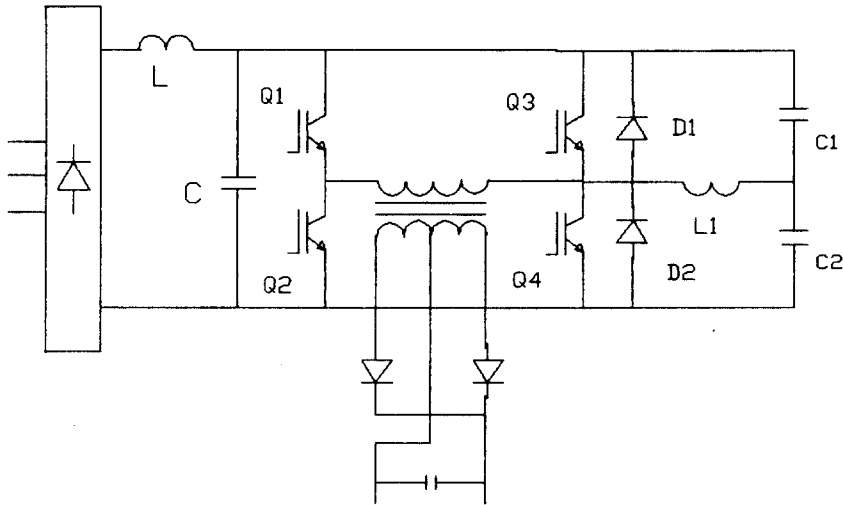
Fig. 5 Block diagram of switched - mode rectifier.

300 - 360V)으로 변환하는 역할을 하고, 두번째 블럭인 DC/DC 컨버터는 고주파 스위칭을 이용하여 고주파 교류를 만들고 고주파 트랜스포머를 통해 1차측에 2차측으로 전력전달을 한 후 정류하여 안정된 직류버스전압을 얻는다.

Fig. 6은 고주파 스위칭형 정류기의 회로 예를



(a)



(b)

Fig. 6 Switched - mode rectifier circuits ;  
 (a) Two - transistor forward converter  
 (b) Resonant converter.

나타낸다<sup>1)2)</sup>. (a)회로의 입력단은 입력 필터회로와 삼상 정류다이오드 브릿지로 구성된다. (a)의 DC/DC 컨버터부는 부스터 컨버터에서 안정된 직류전압(약 360V)을 얻고, 2-트랜지스터 포워드컨버터에서 1차와 2차의 절연을 이루고 펄스폭 변조를 통해 안정된 출력전압을 얻는다. 본회로의 특징은 부스터컨버터에서 안정된 전압을 얻어 2-트랜지스터 포워드컨버터의 펄스폭 변동폭을 최소화하여 설계 최적화를 이루는 점과 두개의 2-트랜지스터 포워드컨버터의 동작 위상차를 180도로 두어 출력필터의 전류리플을 줄인 점이다.

(b)회로는 공진형 컨버터를 이용한 고주파 스위칭 정류기의 예이다. 입력단은 삼상 정류다이오드와 LC필터로 구성하고, DC/DC컨버터부는 직렬공진형 회로를 이용하였다. 안정된 출력전압은 주로 스위칭 주파수를 제어하여 얻고, 경부하 상태에서는 스위칭이 가청주파수 이하로 동작할 수 있으므로 일정주파수로 동작시키면서 위상제어를 이용한다. 직렬공진형 컨버터의 전류필스에 의한 도통손실을 줄이기 위해 스위칭 소자로 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)를 이용하였고, 영전류 스위칭을 이용하여 IGBT의 스위칭 손실을 줄였다. DC/DC컨버터부에 부가된 스위치 Q3와 Q4는 경부하 상태에서 스위칭 동작주파수가 가청주파수 이하로 되는 것을 방지하기 위해 사용되었고 스위치Q1(또는 Q2)가 도통일때 스위치 Q3(또는 Q4)를 도통시키면 트랜스포머를 통한 전력전달을 방지할 수 있다.

스위칭형 정류기는 싸이리스터형이나 철공진형 정류기에 비해 여러가지 장점을 갖고 있다. 스위칭 정류기는 트랜스포머 1차와 2차 사이의 전력전달 주파수가 높기때문에 트랜스포머 및 필터의 사이즈가 매우 작고, 전력전달 효율이 경부하에서 전부하까지 넓은 범위에서 일정하게 높다. 동작주파수가 가청주파수 이상(약 20KHz 이상)이기 때문에 소음도 적어 설비설치공간의 제약이 적다. 반면, 반도체 소자가 낙뢰와 같은 고전압 서지에 노출되기 쉬우므로 정류다이오드나 스위칭소자의 소손을 방지하기 위한 별도의 대책이 필요하다.

### Ⅲ. 기술적 요구사항

통신용 정류기에서 필요로하는 주요 기술적 요구사항을 전기적 요구조건과 운용 및 감시 관련 요구조건으로 나누어 요약하면 다음과 같다.

#### 1. 전기적 요구조건

- 주파수 변동폭 60 +/- 5%, 상간전압 불평형율 +/- 10% 및 ANSI/IEEE C62.41에서 규정하는 서지전압이 발생할 수 있는 교류전원에서 동작해야 한다.
- 역율은 0.9 이상이어야 한다.
- 교류정전시 정류기 출력전압은 30msec이상 정상범위내에 유지해야 한다.
- 출력 부동전압 및 균등전압은 요구하는 범위에서 설정가능해야하고, 출력 전압안정도는 +/- 0.5% 이내여야 한다.
- 병렬운전되는 정류기의 부하 전류분담은 +/- 10% 이내여야 한다.
- 정류기의 최대 출력전류는 정격의 110%범위내이고 과전류 보호소자가 동작되지 않아야 한다.
- 정류기가 열적 평형상태에 있을때 효율은 (50~100%) 부하범위에서 90%이상이어야하고, 역률개선회로가 있는 경우에는 85%이상이어야 한다.
- 출력 잠음전압은 침두치 200mVpeak 이하이고 실효치 100mVrms 이하여야 한다.

#### 2. 운용 및 감시 관련 요구조건

- 전압, 전류, 온도 등의 측정 및 경보 한계치는 사용자가 프로그램으로 조정가능해야 한다.
- 측정치나 경보발생의 기록은 시간 데이터와 함께 기록되어야 한다.
- 경보는 주요경보(MAJOR)와 보통경보(MINOR) 그룹으로 묶을 수 있어야 한다.
- 정류기는 외부신호에 의해 정지 또는 재기동이 가능해야 한다.
- 정류기의 출력전압은 제어신호에의해 부동/균등 전압으로 동작해야 한다.
- 정류기 출력전압이 설정치 이상이고 부하분담 편차가 10%이상일때 정류기는 정지되고 경보

신호를 발생해야 한다.

- 병렬운전되는 정류기의 에너지 관리운전이 필요한 경우 가능해야 한다.

- 운용 및 감시를 위한 입출력 포트가 있어 데이터의 입력, 수정, 제어명령입력 등이 가능해야 하고, 패스워드를 통한 원격접속을 이용하여 전력 집중관리시스템과의 통신이 가능해야 한다.

#### IV. 향후의 기술발전 전망

기존의 음성통신 서비스에서는 동선(Copper line)을 통해 신호와 전력을 동시에 전달할 수 있었으나, 종합정보통신망(ISDN : Integrated Services Digital Network)의 등장으로 전력공급을 위해 독립적인 전력선이 필요하게 되었다. 기존의 동선을 이용한 협대역 ISDN 단말장치는 가입자당 수 와트의 예비능력이 있는 전력을 필요로 한다. 동선의 협대역 한계를 극복하여 고도의 정보통신 서비스를 제공하기 위해 광섬유를 정보고속도로로 이용할 경우 가입자 단말에서 필요로 하는 전력은 더욱 증대한다. 또한 PCN(Personal Communications Network) 통신이 차세대 통신수단으로 예측되는데, PCN의 소형기지국(Microcell)은 도시지역 수백 미터마다 분포하고 기지국당 요구전력은 5~15 와트 정도이다<sup>3)</sup>.

위에서 언급한 새로운 통신서비스의 등장은 정

류시설의 변화를 초래하고 있다. 기존의 대형 집중 형태의 정류시설에서 가입자 단말에서 독립적인 선을 통해 전력을 공급하는 소형 분산의 정류시설 형태로 변화되고 있다. 소용량의 정류시설이 가입자 단말이나 PCN의 소형기지국에서 필요하게 되어 전력공급이 보다 까다롭고 다양한 형태를 가질 수 있다. 정류시설의 설치환경이 전화국이 아닌 악조건의 환경에 있을 수 있어 전원시설의 환경조건도 보다 강화되어야 하며, 분산된 전원시설을 집중 관리하기 위한 유지보수 기술도 요구되고 있다. 또한, 정류시설의 소용량화에 따라 IEC 555-2에서 규정하는 고조파 한계를 만족시킬 수 있는 정류시설에 대한 개발도 요구되고 있다.

#### References

- 1) N. Backman and H. Thorslund, "A new light-weight 100 A/48 V three-phase rectifier," Intelec'91, pp. 92 - 97, November 1991.
- 2) S. Muroyama et al., "Transient voltage characteristics in a decentralized DC power system," Intelec'91, pp. 214 - 219, November 1991.
- 3) P.W. Shumate, "Telecommunications powering in the 90's and beyond," Intelec'92, October 1992.
- 4) G. Carli, "Harmonic distortion reduction schemes for a new 100A - 48V power supply," Intelec '92, October 1992.