

DC 전원 가압시 과도현상 분석에 관한 연구

오승택, 박건우, 김철환
성균관대학교

A Study on the Analysis of Transient Phenomenon

Seung-Taek Oh, Keon-Woo Park, Chul-hwan Kim,
SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY

Abstract - 본 논문은 EMTP / ATPDRAW를 이용하여 Π -등가모델을 이용한 DC 전원 가압 시 과도현상 분석 결과를 제시하였다. T-등가모델 보다 Π -등가모델이 정확히 우리가 원하는 고조파를 완전히 제거하지는 못하지만 간단한 직렬연결을 통하여 제거할 수 있는 고조파의 종류를 늘릴 수 있다는 장점 때문에 송전 설비의 추가적인 건설이 어려운 우리나라의 상황에 송전 설비를 최적으로 사용할 수 있는 적절한 방법이 됨을 알 수 있다.

1. 서 론

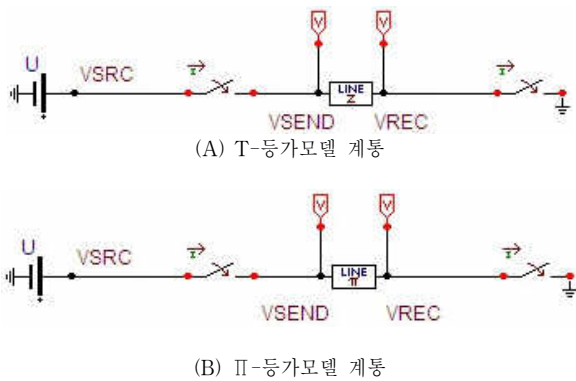
우리나라의 송전 계통은 전력수요 증가량에 맞추어 송전설비를 추가로 건설하는데 걸림돌이 많기 때문에 확충하기 어려운 상황이다. 이러한 상황 때문에 기존 송전선을 보다 효과적으로 사용하는 기술이 필요하게 되었는데 그 중 하나가 고조파를 억제하여 회로의 전체적인 효율을 증가시키는 효과와 더불어 회로의 안정을 꾀하는 것이다. 송전 선로에서 고조파를 억제하는 방법으로 가장 효과적인 방법은 펄스 수 증대법으로 고조파 장애의 주된 요인이 되는 5차, 7차 고조파를 중심으로 하여 기기에서 발생하는 고조파 전류를 대폭 저감시키는 방법 그리고 계통에서는 콘덴서와 리액터를 조합하여 고조파 전류의 흡수 또는 다른 계통으로 고조파 전류를 분류시키는 수동필터와 전력용 반도체 소자를 이용하여 기기에서 유출하는 고조파 전류를 능동적으로 저감시키는 Active filter를 사용하는 것이 있다. 그 중에서 선로에 변화를 가장 적게 가하면서 사용할 수 있는 Passive filter의 대표적인 방법으로 T-등가모델을 구현하는 것과 Π -등가모델을 구현하는 방법이 있다 [1].

따라서, 본 논문은 T-등가모델과 Π -등가모델을 비교분석하고, Π -등가모델을 이용한 DC 전원 가압 시 과도현상을 분석 하였다.

2. 모델 구성

2.1 모델 구성

본 논문에서 T-등가모델과 Π -등가모델을 비교 분석하기 위한 계통은 다음 그림 1과 같다. 기본적인 계통의 전원으로는 DC전원이 가해져 있고 각각 T-등가모델과 Π -등가모델을 사용하였다.



〈그림 1〉 ATPDraw를 이용한 T-등가모델과 Π -등가모델

2.2 모델 파라미터

본 논문의 모델계통에 사용된 파라미터는 다음 표 1과 같다.

〈표 1〉 모델계통 파라미터

| 단위길이 당 상수 | Inductance | Capacitance | Resistance |
|----------------|------------|------------------|-------------------|
| | 1 [mH/km] | 10 [μ F/km] | 0 [Ω /km] |
| 선로 길이 = 100 km | | | |

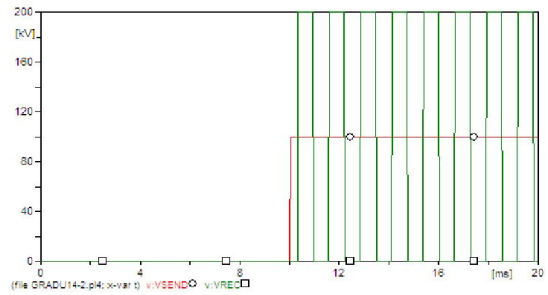
2.3 연 가

일반적으로 먼 거리에 전력을 송전하는 선로에서 많이 사용하는 것으로 선로의 상을 서로 교차하여 송전하는 방식이다. 3상의 전력이 같은 크기로 120°의 위상차를 유지하면서 흐르는 것이 아니라 대지와 각각의 상 및 각각의 상 사이의 정전용량에 의해 크기와 위상이 달라져 송전효율이 떨어지게 된다. 이것을 방지하기 위하여 선로 처음지점의 철탑에서 맨 위부터 아래로 A-B-C 순서로 배선을 한다면 전체 선로의 1/3 지점의 철탑에서는 B-C-A 순서로 그다음 2/3 지점에서는 C-A-B 순서로 배선을 서로 바꾸어 전체 선로정수의 영향을 얻을 수 있는 방법이다.

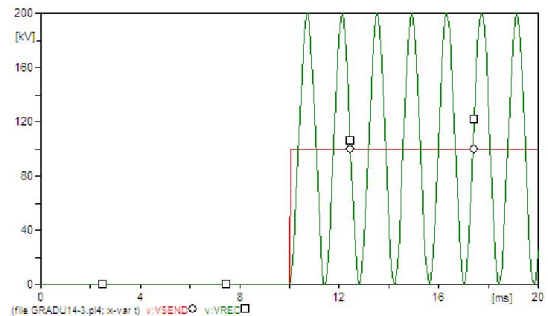
3. 회로 분석 및 Simulation결과

3.1 T-회로와 Π -회로의 차이점.

T-회로는 파형이 Rectangular wave (직각파)에 가까운 반면 Π -회로의 파형은 Sinusoidal wave (정현파)에 가깝다. 두 회로의 차이점은 제거할 수 있는 고조파의 수에 차이가 있는데 한 회로에서 T-회로의 경우는 한 가지 고조파만 제거할 수 있지만 Π -회로의 경우는 2가지를 제거할 수 있다. 이 특성은 여러 개의 같은 종류의 회로를 직렬로 연결하였을 경우 더욱 쉽게 알 수 있다 [2].



(A) T-등가모델 결과



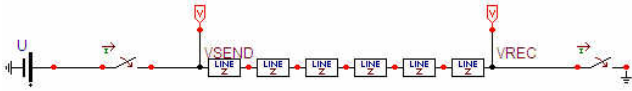
(B) Π -등가모델 결과

〈그림 2〉 모델 Simulation 결과

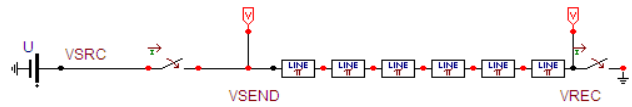
3.2 Π -등가회로와 T-등가회로 증가에 따른 Simulation 결과

위의 3.1에서 언급한 것과 같이 두 회로의 장단점은 직렬로 연결함으로써 극명하게 드러난다. T-등가회로는 한 개만 쓸 경우 우리가 원하는 한가지의 고조파를 원하는 만큼 보상해 줄 수 있지만 여러 개를 쓸 경우 진동 폭이 커져 원하는 결과를 얻을 수 없게 된다. Π -등가회로는 여러 가지의 고조파를 정확히 제거하지는 못하지만, 일정 범위로 보상해주는 것을 알 수 있다.

3.2.1 Π &T 등가회로 6개가 직렬연결 되었을 때

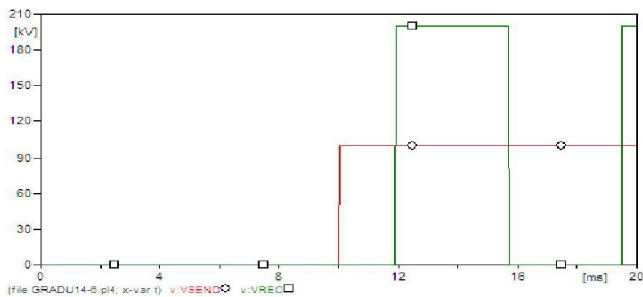


(A) 6개의 T-등가회로 직렬연결

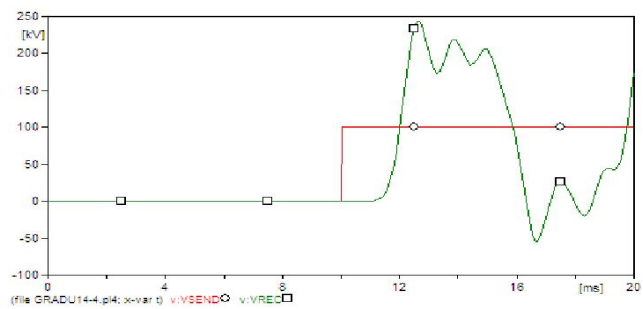


(B) 6개의 Π -등가회로 직렬연결

<그림 3> ATPDraw를 이용한 Π &T 등가 회로가 6개 일 때의 모델



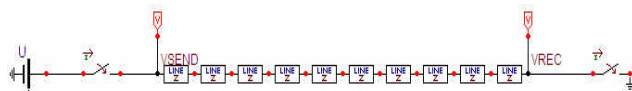
(A) 6개의 T-등가회로 직렬연결 Simulation 결과



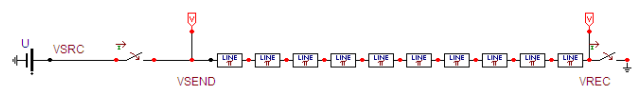
(B) 6개의 Π -등가회로 직렬연결 Simulation 결과

<그림 4> Π &T 등가 회로가 6개 일 때의 모델 Simulation 결과

3.2.2 Π &T 등가회로 10개가 직렬연결 되었을 때



(A) 10개의 T-등가회로

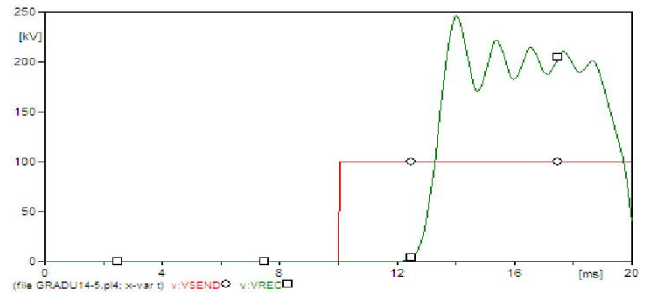


(B) 10개의 Π -등가회로

<그림 5> ATPDraw를 이용한 Π &T 등가 회로가 10개 일 때의 모델



(A) 10개의 T-등가회로 Simulation 결과



(B) 10개의 Π -등가회로 Simulation 결과

<그림 6> Π &T 등가 회로가 10개 일 때의 모델 Simulation 결과

3.3 Π -등가모델의 장점

T-등가회로를 이용하여 전송선로를 제작한다면 하나의 고조파 성분만을 줄일 수 있는 반면, Π -등가회로를 이용하였을 경우 2개의 고조파 성분을 줄일 수 있는데 그 이유는 Π -등가회로가 두 개의 병렬 Capacitor를 가지기 때문이다. 뿐만 아니라 연가를 이용하여 Π -등가회로끼리 직렬 (Series) 로 연결시킬 경우 더 많은 종류의 고조파를 제거할 수 있는 반면 T-등가회로는 직렬로 연결하여도 제거할 수 있는 고조파의 종류가 늘어나지 않는다 [4][5].

4. 결 론

정확히 우리가 원하는 고조파를 없앨 수는 없으나 우리나라와 같이 추가적인 설비를 설치할 공간이 부족한 상황에서는 직렬로 연결하여 여러 종류의 고조파를 없앨 수 있는 Π -등가모델이 적합함을 본 논문을 통해 확인할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국 전기 안전공사 자료
- [2] 김정훈, 한국 해양대학원 석사학위, "여러 개의 하모닉을 억제하는 윌킨슨 전력 분배기", 2004
- [3] 전력거래소 KPX, 전력산업개론,
- [4] E. Wilkinson, "An N-way hybrid power divider", IRE Trans. Microwave Theory Tech., vol. MTT-8, pp. 116-118, January 1960
- [5] Jong-Sik Lim, Ho-Sup Kim, Jun-Seok Park, Dal Ahn, and Sangwook Nam, "A Power Amplifier with Efficiency Improved Using Defected Ground Structure", IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 11, no. 4, pp. 170-172, April 2001