

EMTDC를 이용한 송전선로 상배치 분석
(π 분기 선로 불평형 분석)

한정열
한전 전력연구원

An analysis of Phase Array using EMTDC
(An analysis of π -Branch Transmission Line Unbalance)

Jeong-yeul Han
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - 신설 선로와 기존 선로와의 계통 연계시 상배치에 따라 연계 후 발생하는 급격한 영상전류의 증가로 인하여 지락계전기의 동작 같은 계통에 악영향을 미치는 현상이 일어난다. 이 논문은 송전선로의 연가철탐을 이용한 역상배치 시행여부에 따른 계통 해석과 상시 불평형률을 문경 변전소 신설에 따라 10월 가압 목표로 시공 중인 송전선로의 π 분기와 관련하여 π 분기시의 이상적인 송전선로 상 배열을 분석한다.

1. 서 론

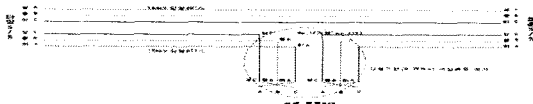
오늘날 고도의 기술성장을 이룩한 산업사회에서 안정적이면서 신뢰성을 지닌 양질의 전력공급은 산업 발달과 삶의 질을 높이는 데 필수 불가결한 요소가 되었다. 최근 급격한 도심지역의 부하증가와 이에 따른 새로운 송전선로의 건설이 어려움을 겪으면서 분기에 의한 다회선 철탐구간이 증가하고 있는 실정이다. 이때 신설선로와 기존 선로간의 상 배열에 따라 상호 임피던스가 상이하게 됨으로 경우에 따라 신설 선로의 계통 연계 후 영상전류가 급격히 증가하여 지락 계전기가 동작하기도 한다. 이 논문은 상 배열(역상배치 실시 유무)에 따른 송/수전단의 전압, 영상전류, 역상전류를 측정, 선로 불평형률을 분석하고 지락 보호 계전기의 오동작 여부를 문경 변전소의 신설에 따른 단양 #1T/L의 분기와 관련하여 PSS/E 단양 지역계통 데이터를 바탕으로 한 EMTDC/PSCAD의 철탐 및 상배치 모델을 적용하여 검토한다.

2. 본 론

2.1 적용대상 계통 현황

그림1 송전선로 구성도

-역상배치 미시행



-역상배치 시행

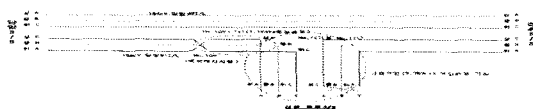
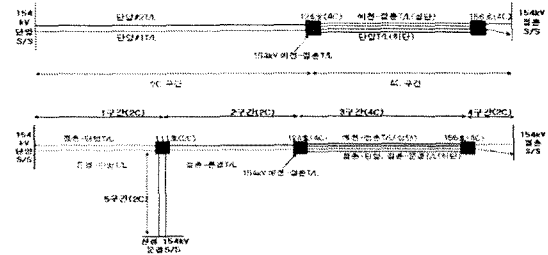


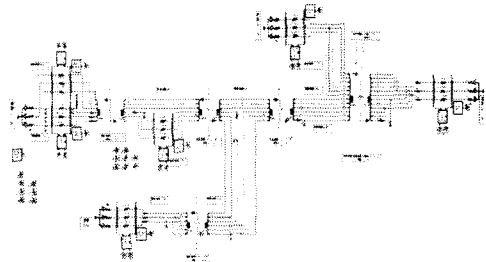
그림2 단양T/L 관련 계통도



2.2 문경분기 T/L EMTDC/PSCAD 모델

문경분기 송전선로의 상 배치에 따른 영향 분석을 위하여 EMTDC를 이용하여 모델을 완성하였다. 이 EMTDC 모델은 154kV 단양S/S, 점촌S/S, 문경S/S, 예천S/S간의 각각의 T/L을 구간 별로 나누어 모델링 하였다.

그림3 EMTDC 시뮬레이션 모델(정상배열)



2.3 문경분기의 EMTDC 시뮬레이션

그림5는 송전선로 철탐 형태 및 상배열 모델링을 위한 PSCAD의 Tline 모델이다. 철탐의 종류, 선종, 상배열, 공장 등 실제 철탐의 파라미터들을 입력하여 보다 정확한 시뮬레이션을 가능하게 한다.

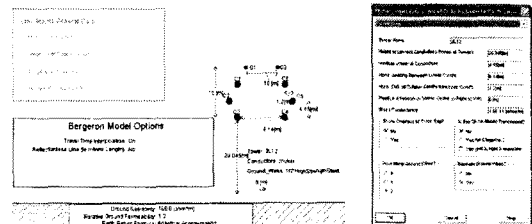


그림4 송전선로 철탐 모델

그림6은 선전압, 선전류 값을 통해 각각의 영상분, 정상분, 역상분을 알아내기 위해 만들어진 component이다.

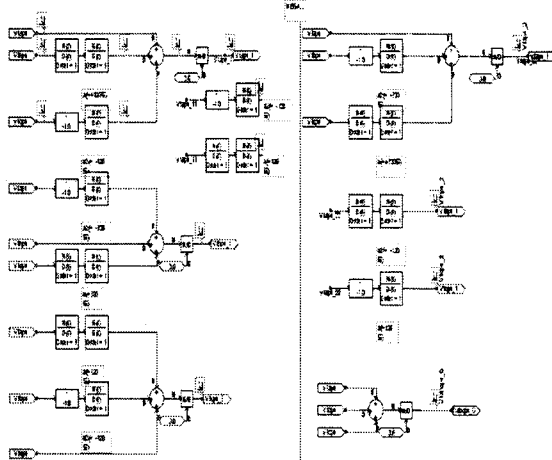
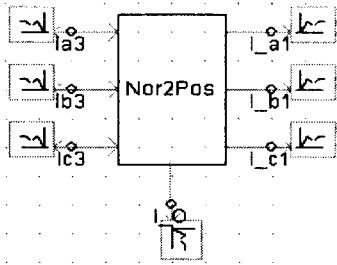


그림5 영상, 정상, 역상분을 위한 component와 algorithm

그림6과 표1은 상배치에 따른 각 S/S에서의 전압변동을 나타낸다. 그림에서 보듯 문경분기 T/L의 상배치(역상배열 유무)에 따른 전압 영향은 없다.

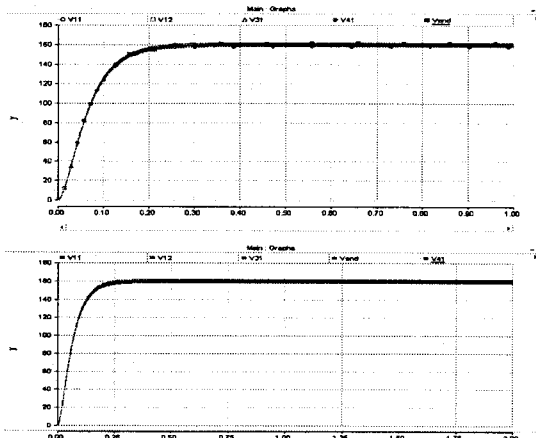


그림6 각 말단 부에서의 전압(상:정상배열, 하:역상배열)

| 계통전압 | 상배열 | 단양S/S | 문경S/S | 집촌S/S |
|-------|------|----------|----------|----------|
| 154kV | 역상배열 | 159.14kV | 160.21kV | 161.69kV |
| | 정상배열 | 159.19kV | 160.25kV | 161.62kV |

표 1 상배열에 따른 전압 변화

그림7은 문경 S/S측의 영상전류와 정상전류의 크기를 보여주고 있다. 여기에서 I_O는 영상전류를 I_{a1}은 정상전류를 뜻 한다

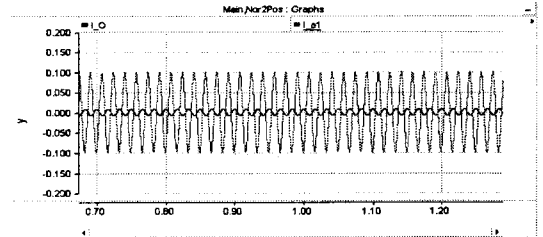


그림7 영상전류와 정상전류(문경 S/S측)

표2는 각 S/S측에서의 영상전류와 정격전류에 대한 영상전류비를 나타낸다. 표에서 알 수 있듯이 상배열에 관계 없이 영상전류의 발생은 거의 없다.

| 상배열 | 영상전류(A) | | | 선로전류에 대한 영상전류비(%) | | |
|------|---------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
| | 단양 S/S | 문경 S/S | 집촌 S/S | | | |
| 역상배열 | 0.0020 | 0.0081 | 0.0200 | 0.0003 | 0.0010 | 0.0027 |
| 정상배열 | 0.0039 | 0.0080 | 0.0180 | 0.0005 | 0.0010 | 0.0025 |

표2 각 S/S측의 영상전류 비교

일반적으로 설계통에서 발생하는 영상전류는 선로전류의 10%이하 수준이며 그 이상이면 보호계전기는 전력계통에 고장이 발생한 것으로 판단하여 동작하도록 설정해 놓고 있다. 이번 시뮬레이션에서 알 수 있듯이 이 계통에서는 영상전류에 의한 보호계전기의 오동작은 없을 것으로 판단된다. 그림9는 문경 S/S측 전류의 정상분(I_{a1})과 역상분(I_{a2})을 보여준다.

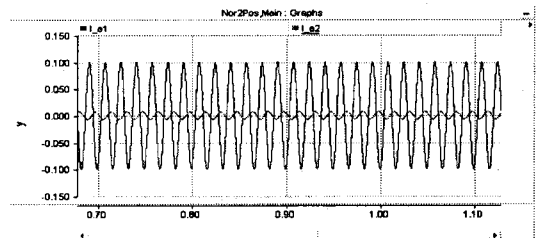


그림8 정상전류와 역상전류

상시 불평형률은 <역상/정상> 값으로 기준치는 8%이다.

| 상배열 | 정상전류(A) | | | 역상전류(A) | | | 상시불평형률(%) (역상/정상) | | |
|------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|-------------------|-------|-------|
| | 단양 | 문경 | 집촌 | 단양 | 문경 | 집촌 | 단양 | 문경 | 집촌 |
| 역상배열 | 0.056 | 0.099 | 1.730 | 0.002 | 0.006 | 0.070 | 4.107 | 5.750 | 4.040 |
| 정상배열 | 0.070 | 0.096 | 2.010 | 0.002 | 0.007 | 0.090 | 3.280 | 7.290 | 4.470 |

표3 각S/S측의 상시불평형률 비교

문경분기T/L의 상배치(역상배열 유무)에 따른 상시 영상전류 불평형률은 기준치 이하임을 알 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 문경 변전소 신설에 따라 10월 가압 목표 시공 중인 단양 #1 T/L의 1 π 분기와 관련하여 송전선로의 연가철탐을 이용한 역상배치 시행여부에 따른 계통 해석과 상시 불평형률을 PSS/E데이터에 기반을 두고

EMTDC/PSCAD를 사용 분석하여 제시하였다.

- ① 변전소 신설에 따른 문경 분기 π 분기 선로의 연계로 인한 계통의 송수전단의 전압변동이 없음을 확인하였다.
- ② 기존선로와의 연계 시 지락계전기의 오동작을 일으킬 만한 영상전류의 발생이 기준치 10% 이하임을 확인하였다.
- ③ 선로의 상시불평형률이 분기선로의 정상배열시 역상 배열보다 다소 높았으나 두 경우 모두 기준치 이하임을 확인하였다.

본 사례의 경우 분기된 선로의 길이가 짧아 역상 배열시 시 여부에 따른 영향이 미비한 것으로 사료되며 계통의 안정화 측면에서 이러한 선로의 분기 공사 시 충분한 사전 분석이 필요할 것으로 판단된다..

[참고문헌]

- [1] 윤용범, 추진부, “송전계통에서의 영상 순환전류 감소를 위한 최적 상 배열 결정기법”, 대한전기학회 논문집 47-5-4, 1998
- [2] 남재현, 추진부, “154kV 송전계통 비연가 4회선 병행 선로에서의 영상전류 감소대책”, 대한전기학회 학술 발표회 논문집, 1996