

전자기 과도현상 해석을 위한 다단자 회로망 등가표현법

홍 준희 조 경래 정 병태 김 성희 안 복신
 경원대학교 전기전자공학부 (주) 엘지산전 연구소 시스템연구실

Equivalent Model of a Multiport Network for Electromagnetic Transients Studies

Jun-hee Hong Kyungrae Cho Byungtae Jung Sung-hee Kim Bok-sin Ahn
 School of Elec. Eng. Kyungwon Univ. LG Industrial Co. System Lab.

Abstract - 본 논문에서는 전자기 과도현상 해석을 위한 다단자 회로망 등가표현법을 제안한다. 이 방법은 M 개의 경계모선을 가진 축약대상 계통의 과도특성을 시간영역에서 분석하며 이를 이용해 M 개의 노튼형 이산시간 등가 어드미턴스 필터폴의 등가시스템을 구현한다. 이때 각각의 등가 어드미턴스 필터 모델들은 해당 경계모선에서의 구동점 어드미턴스 특성을 나타내는 부분과 나머지 M-1 개의 등가 종속전류원으로 구성된다. 또한 이 등가 종속전류원들은 각 경계모선을 연결하는 분포정수 회로요소들로 인한 시지연 효과를 명확하게 반영할 수 있는 구조를 갖는다. 완성된 M 단자쌍 모델을 해석대상 시스템에 대한 이산시간 표현형과 쉽게 결합하여 원하는 전자기 과도현상 모의해석을 수행할 수 있다. 축약대상 시스템과 2 개의 경계모선을 통해 연결된 시험계통을 대상으로 모션지락 사고시 과전압과 스위칭 썬치를 모의해석한 결과 제안하는 방법이 타당함을 확인할 수 있었다.

1. 서 론

EMTP나 EMTDC 등과 같은 범용의 과도현상 해석용 프로그램에서는 해석의 대상이 되는 시스템을 구성하고 있는 여러 가지 계통 요소들에 대하여 그 특성을 가능한 정확하게 나타낼 수 있는 복잡한 구조의 모델을 사용한다. 이에 따라 일정 규모 이상의 시스템에 대해서는 기억용량이나 계산시간 등의 제약이 따르게 되어 현실적으로는 이들 시스템에서의 과도현상 해석이 불가능하게 된다.

한편 절연협조를 위한 스위칭 과전압의 통계적 해석이나 고장 후 과도해석, AC/DC 시스템의 동특성해석 등에서 관심을 두는 과도현상은 그의 발생에 수반되는 영향이 전체 시스템의 일부분으로 국한되는 국부적 발현특성을 보인다. 이는 주로 과도신호의 전파 및 감쇠특성에 기인하는 것인데 이를 감안해 전체 시스템의 일부 또는 대부분을 간단한 구조의 등가시스템으로 축약표현하여 전체 해석에 소요되는 시간을 크게 줄이는 방법이 모색될 수 있다. 전자기 과도현상 해석을 위한 등가표현법의 개발이 그것이며 현재 축약대상 시스템의 구동점 어드미턴스 특성을 이용한 등가표현법이 주파수 영역과 시간영역

에서 각각 제안, 사용되고 있다.

한편 현대의 전력계통은 일반적으로 아주 복잡한 연결 구조를 가진다. 따라서 해석의 대상이 되는 부분계통은 나머지 부분계통과 여러 개의 경계모선을 통해 전기적으로 연결되게 된다. 과도현상에 수반되는 신호들은 이들 여러 개의 경계모선을 통하여 해석대상 시스템과 축약대상 시스템 사이의 전기적 작용을 발현시키므로 이를 정밀하게 재현해야할 등가시스템은 반드시 다단자 회로망의 형태로 구현되어야 할 것이다.

2. 본 론

그림 1의 시스템과 같은 해석대상 시스템과 축약대상 시스템이 M 개의 경계모선을 통해 연결된 경우를 고려한다.

$$\begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1M} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{2M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{M1} & Y_{M2} & \dots & Y_{MM} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_M \end{bmatrix} \quad (2-1)$$

2.1 구동점 및 전달 어드미턴스 함수

i번째 모선에 가해진 전압에 의해 i번째 모선에 나타나는 전류영향을 i번째 모선에서의 구동점 어드미턴스 함수 Y_{ii} 로, i번째 모선에 가해진 전압에 의해 j번째 모선에 나타나는 전류영향을 전달 어드미턴스 함수 Y_{ji} 로 정의할 수 있다.

$$Y_{ii} = \frac{I_i(z)}{V_i(z)} \mid \forall V_l = 0, l \neq i \quad (2-2)$$

$$Y_{ji} = \frac{I_j(z)}{V_i(z)} \mid \forall V_l = 0, l \neq i \quad (2-3)$$

2.2 임펄스 응답에 의한 어드미턴스 함수들

전술한 구동점 어드미턴스 함수와 전달 어드미턴스 함수는 경계모선에 여기신호로 임펄스 신호를 사용하여 EMTP로 쉽게 구할 수 있다. 본 연구에서 그림 1과 같은 시험계통을 대상으로 구한 전형적인 예가 그림 2과 3이다. 이때 두 경계모선 사이의 전달 어드미턴스 함수는 연결된 송전선로로 인한 시지연이 나타나게 된다.

2.3 구동점 어드미턴스 등가회로

구동점 어드미턴스 함수를 프로니 해석하면 다음 그림 4와 같은 구조의 등가시스템을 구할 수 있다.[1]

2.4 전달 어드미턴스 등가회로

전달 어드미턴스 함수를 프로니 해석하여 다음 그림 5와 같은 구조의 등가시스템을 구할 수 있다.[1]

2.5 단상 등가시스템 구성

구동점 어드미턴스 등가회로와 전달 어드미턴스 등가회로를 결합하여 그림 6과 같이 단상 2 단자쌍 등가시스템을 구할 수 있다. 이때 그림의 가운데 부분은 해석대상 시스템으로 자세한 EMTP 모델이 사용되어 과도현상 해석이 수행된다.[1]

3. 결 론

제안하는 방법의 타당함을 확인하기 위해 스위칭 써지 해석을 수행하였다. 등가시스템을 사용한 경우와 자세한 모델을 사용한 경우의 파형 비교를 통해 제안된 등가시스템이 원래 시스템의 과도특성을 잘 재현하고 있음을 알 수 있다.

[참 고 문 헌]

[1] Jun-Hee Hong, et. al., "A Time-Domain Approach To Transmission Network Equivalents Via Prony Analysis for Electromagnetic transients Analysis", IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 10, No. 4, pp. 1789-1797, Nov. 1995.

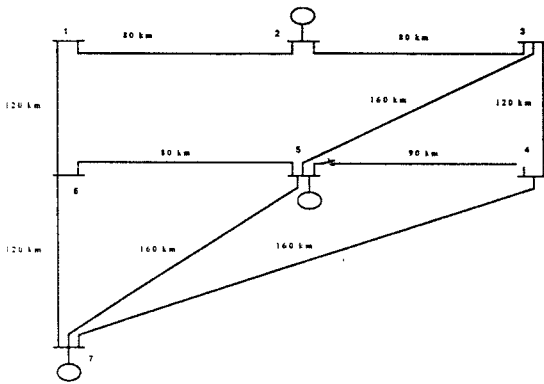


그림 1. 시험계통

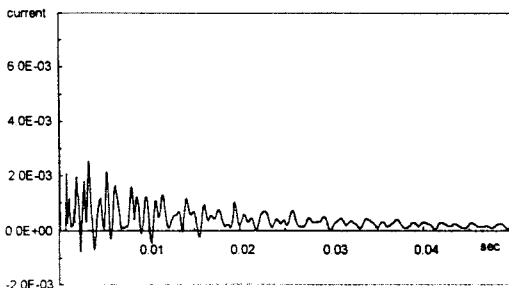


그림 2. 구동점 어드미턴스 함수

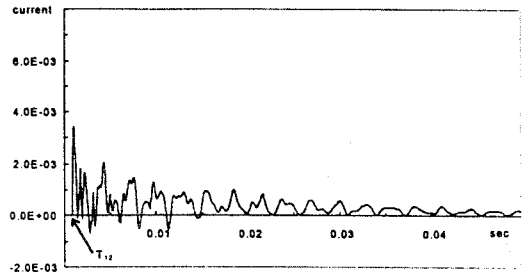


그림 3. 전달 어드미턴스 함수

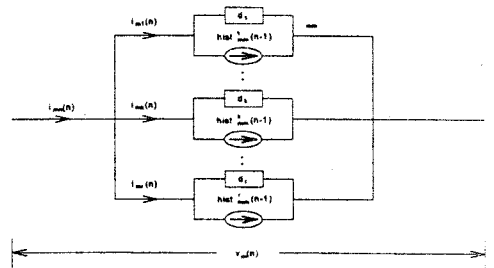


그림 4. 구동점 어드미턴스 등가회로

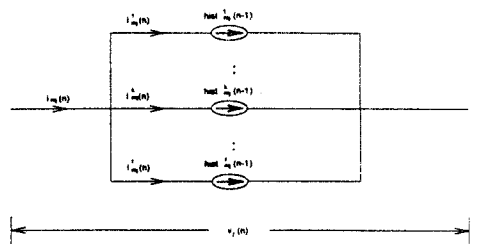


그림 5. 전달 어드미턴스 등가회로

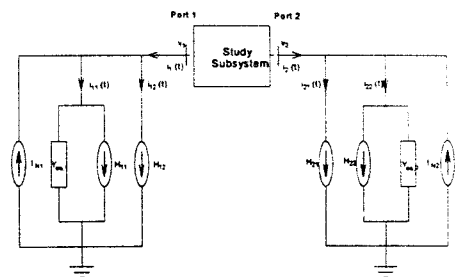


그림 6. 단상 2 단자쌍 등가시스템

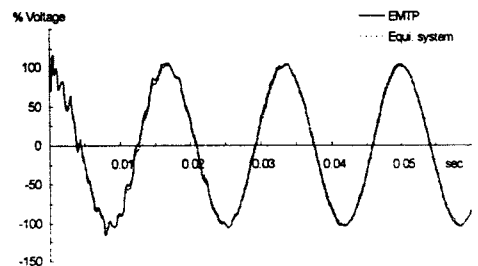


그림 8. 스위칭 써지 해석 결과 비교