

전력설비의 자산관리 기술 동향 분석

김유민, 김명진
충북대학교

kimyumin@cbnu.ac.kr, mckim@cbnu.ac.kr

Asset Management System Technology Trend Analysis of Power Facilities

Kim Yu Min, Kim Myungchin
Chungbuk National Univ.

요 약

전력설비의 자산관리 체계 정립을 위한 연구 방향 설정을 위하여 국내외 전력기기 자산관리 관련 선행연구에 대한 분석결과를 소개한다. 현재의 자산관리 기술은 다중 파라미터를 기반으로 도출한 HI 를 이용하여 자산관리 체계를 확립하는 방향으로 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 현재의 전력설비 자산관리 기술 동향의 한계를 분석하고 향후 나아가야 할 연구방향을 제안하였다.

I. 서 론

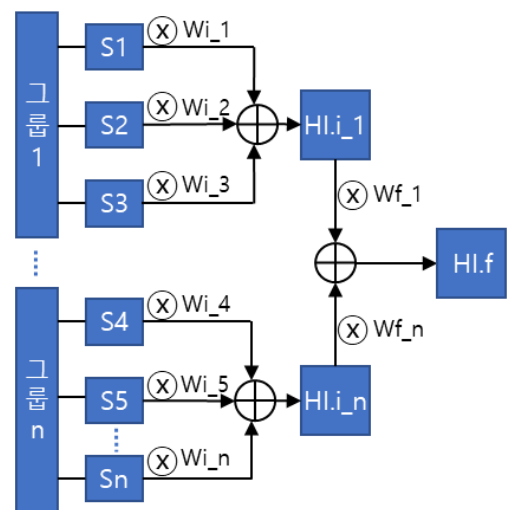
신재생발전설비 및 DC 부하, 분산전원의 증가로 계통 전원환경이 복잡해짐에 따라 전력설비들의 누적 부하량, 운전 시간, 동작 회수와 같은 사용 이력은 예전과 달리 시간에 따라 예측이 힘든 상황이 되었다. 이에 따라 기존의 시간개념 계획 보전 방식(TBM)의 자산관리를 현재의 계통환경에 지속적으로 적용할 경우 자산 관리의 효율성 하락으로 경제적 손실이 불가피할 전망이다. 현재에는 정해진 시간에 따른 진단이 아닌, 상시 진단을 수행하고 향후 수리가 필요한 설비를 미리 선정하는 예지보전(PDM) 기술이 요구되고 있다. 경제적으로 효율적인 예지보전을 위해서 전기, 열, 기계, 환경 등 다양한 열화요인을 고려해야 하지만 현재 이것에 관한 확립된 관리 기술이 없는 상황이다. 본 논문에서는 효율적인 자산관리 체계 개발을 위하여 현재 진행되어온 연구 결과 및 기술 동향을 분석하고 향후 필요한 연구 방향을 설정하였다.

II. 본 론

2.1 전력기기 자산관리 선행연구 분석

[1~3]은 국내 자산관리 체계기술에 관한 특허이다. 공통적으로 기기의 진단 항목별 점수에 가중치를 곱하여 건전지수(Health Index, HI)를 산출하고 HI 에 따른 유지보수 대상과 일정을 계획하는 내용으로 연구가 진행되고 있음을 알 수 있다. [4]에서는 기기의 주요 부품 별 HI 를 산정하고 부품별 고장률에 기반한 가중치를 한 번 더 곱하여 최종 HI 를 산정하는 방법을 소개하고 있다. 현재 이러한 자산관리 체계는 OLTC 와 같이 전체 설비에서 중요도가 크고 고장률이 정해져 있는 부품을 포함한 기기에 적합한 방법이다. [5]에서는 진단 항목(고전압 시험, 화학 분석, 온도 측정)별 세부

인자들을 고려한 HI 를 도출하고 항목별 추가 가중치를 곱하여 최종 열화 상태를 평가한다. [1~5]의 선행연구를 종합해 보면 HI 를 도출하는 과정에서의 항목들은 다르지만, 각 항목 점수별 가중치를 곱하여 HI 를 도출하고 HI 를 4~5 단계로 나누어 단계별 행동 지침(새 제품, 계속 사용, 지속적 관찰 필요, 당당 교체 필요)을 표시하는 방법의 자산관리가 현재의 추세임을 알 수 있다. <그림 1>은 선행 연구들의 HI 도출 체계의 개념도이다. 그룹별 세부 인자들의 진단 점수 S_n 에 초기 가중치 W_i 를 곱하여 그룹별 초기 지수 HI_i 를 구하고 최종 가중치 W_f 를 곱하여 최종 건전 지수 HI_f 를 계산하는 과정을 보여주고 있다.



<그림 1> 선행 연구들의 HI 개념도

2.2 절연성능 저하(Degradation)와 절연 열화(aging)

절연 성능 저하와 절연 열화는 동일한 것으로 간주하기 쉽지만, 엄밀하게 구별된다. 성능 저하는 PD, 전기 Tree 와 같이 결함에 의하여 수 시간 ~ 수 년 이내에 절연파괴로 진전되는 현상이다. 반면 열화는 분자 사슬 파괴, 산화, Nano Void 와 같이 절연파괴와 직접적인 관련은 없으며, 수십년 동안 진행되며 성능 저하를 일으킬 가능성이 있다.[6] 이러한 측면에서 현재 자산관리 연구 방향은 성능 저하보다 열화를 관찰하는데 초점이 맞춰져 있다고 볼 수 있다.

2.1 절에 소개한 다중 파라미터 HI 자산관리 기법은 각 요소별 점수(Score)가 균등하게 저하되는 시스템에서 전체적인 수명을 평가하는데 적합하다. 운이 좋게 전력기기가 운영되는 수십년 동안 절연 우발적인 성능 저하를 초래할 만한 환경/전기/기계적 Stress 없이 절연물 내부의 원자 단위의 변화 같은, 절연파괴와 직접 관련이 없는 열화만 일어난다면 다중 파라미터 HI 자산관리 기법은 유효할 것이다. 하지만 전력기기에서 다양한 열화 요인과 파라미터들이 불균등하게 변하는 경우에는 다중 파라미터 HI 기반 자산관리 기법은 효과가 없을 수 있다. 예를 들어 <그림 1>에서 '그룹 1 = 전기적 Stress', 'S1 = 부분방전', 'S2 = 절연저항', 'S3 = 유전손실'이라고 하고 어떤 전기적 Stress 로 인하여 전기 Tree 가 발생/진전되었고 S1 점수만 유의미하게 하락했다고 가정하자. 이러한 경우 S1 의 하락 정도가 큰 경우라도 전체 설비의 건전지수 HI.f 의 변화는 작을 수 있다. 이것은 <그림 1>에서 '그룹'이나 'S'개수가 많아질수록 극명해질 것이다. 만약 S1 의 점수가 크게 하락한 경우라면 부분방전에 의하여 수 일 이내에 절연파괴가 발생할 수 있다. 다시 말해, HI.f 를 이용하여 전력기기의 성능 저하에 따른 수명을 예측하는 것이 항상 가능한 것은 아니기 때문에, 이를 이용한 자산관리 또한 완벽하다고 말할 수는 없을 것이다.

2.3 자산관리 체계의 방향 제안

현재의 활발하게 연구되고 있는 다중 파라미터 HI 기반 자산관리 기법은 열화 현상을 주로 관찰하는 진단 기법이라 할 수 있다. 예상치 못한 Surge, 환경변화, 진동 등 다양한 개별적인 성능의 급격한 저하는 HI 기법으로 예측하지 못할 수 있다. 현재 HI.f 한 개 파라미터를 이용하여 거시적으로 자산관리를 하는 것은 열화에 의한 수명주기를 판단할 때 필요하다. 하지만 우발적인 성능저하에 의한 사고를 예측하기 위해서는 단기간에 기기의 수명을 종료시킬 수 있는 개별 파라미터들을 세밀하게 관찰할 필요가 있다.

III. 결 론

본 논문에서는 전력기기의 효율적인 자산관리를 위하여 현재 진행되고 있는 관련 연구 및 기술을 분석하고 연구의 방향성을 검토하였다. 선행연구 분석 결과 현재의 자산관리 연구는 다중 파라미터를 이용한 HI 기반의 체계의 방향으로 진행되고 있음을 알 수 있었다. 연구 방향 분석 결과 최종 도출된 HI 의 경우 시스템의 전체적으로 균등한 열화를 평가하는 지표로 적합하지만, 우발적인 성능 저하를 감지하는 데에는 효과가 없을 수 있을 것으로 판단되었다. 현재의 자산관리 체계를 진보를 위해서는 현재 전체적 시스템의 열화를 평가하는 거시적 자산관리 체계에 개별 파라미터들을 상세하게 분석하는 기반 연구가 함께 진행되어야 할 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.2020R1A6A1A12047945). 또한, 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.NRF-2020R1C1C1011572).

참 고 문 헌

- [1] 최봉석, "전력설비의 수명 예측 장치 및 그 방법", 한국전력공사, 특허출원번호: 1020170181099
- [2] 정재룡, "전력 설비 자산 관리 시스템 및 방법 ", 효성, 특허출원번호: 1020140196008
- [3] 최봉석, "전력설비의 건전성 평가시스템", 엘에스일렉트릭, 특허출원번호: 1020150079303
- [4] Ali Naderian Jahromi, "An Approach to Power Transformer Asset Management Using Health Index", IEEE Electrical Insulation Magazine, Vol. 25, Issue 2, 2009
- [5] Yuan Li, "Aging Assessment of Power Transformer Using Multi-parameters", IJEEI, Vol. 5, Number 1, 2013
- [6] J.C. Fothergill, "Ageing, space charge and nanodielectrics: ten things we don't know about dielectrics", Proc. IEEE Int. Conf. Sol. Diel., Winchester UK, 2007, pp. 1- 10.