

GPS 정밀시각동기를 이용한 전력계통 모니터링 시스템에 관한 연구

A Study on the Power Monitoring System using GPS for Accurate Time Synchronization

김혁수*, 전성준**, 김기택**

- * 강원대학교 제어계측공학과(Tel : 81-11-9015-0402; Fax : 81-33-242-2059 ; E-mail: visionhs@hanmail.net)
- ** 강원대학교 제어계측공학과(Tel : 81-33-242-6344; Fax : 81-33-242-2059 ; E-mail: bboruggu@chollian.net)
- ** 강원대학교 제어계측공학과(Tel : 81-33-250-6344; Fax : 81-33-242-2059 ; E-mail: gikim@cc.kangwon.ac.kr)

Abstract : A continuous and reliable electrical energy supply is the objective of any power system operation. A transmission line is the part of the power system where faults are most likely to happen. This paper describes the use of wavelet transform for analyzing power system fault transients in order to determine the fault location. Synchronized sampling was made possible by precise time receivers based on GPS time reference, and the sampled data were analyzed using wavelet transform. This paper describes a fault location monitoring system and fault locating algorithm with GPS, DSP processor, and data acquisition board, and presents some experimental results and error analysis.

Keywords : Fault Location, GPS, Traveling Wave, Wavelet Transform

1. 서론

연속적이고 양질의 전력공급은 산업생산에 밀접한 관련을 맺고 있다. 전력시스템(Power System)의 동작에 대한 신중한 관리에도 불구하고 여러 결함(Fault)들이 발생하게 된다. 특히 전력선(Transmission Line)은 전력시스템의 결함이 가장 빈번히 발생하는 곳이다.

전송선 결함들은 신속히 그 위치를 발견하여 수리함으로써 원상태의 전력공급을 재개해야 한다. 그러나, 장거리 전송선 이거나 지리적으로 쉽게 접근할 수 없고, 결함위치의 발견이 어려운 곳에서는 신속한 복구가 어려워지게 마련이다. 따라서, 정확한 결함위치의 측정이 가장 중요하게 된다.

송전선로의 과도현상을 분석하기 위해 traveling wave theory를 이용한다. Fault Detection을 위해 traveling wave theory를 이용하는 것은 Domme과 Micheles에 의해서 처음 제안되었다.[1] Traveling wave theory란 결함위치와 계전기 사이에 발생하는 과도현상의 비 주기적이고 원 신호보다 고주파인 파형의 travel time을 측정하여 결함위치를 알아내는 이론이다. 수 백 kHz 이상의 traveling wave를 샘플링하기 위하여 고속의 샘플링이 요구되며 샘플링의 속도에 따라 최소한의 오차를 가진 결함위치를 결정할 수가 있게 된다.

결함 위치를 측정하기 위해 송전선 양 끝단에 설치된 측정단 간의 샘플링 동기화가 매우 중요하다. 기존의 동기화 방법으로는 rotation of sample 방식, 영 교차 방식(zero-crossing determination) 등이 있으며, 본 논문에서는 GPS(Global Positioning System)로부터 얻어지는 정밀시각 동기 신호를 이용한 시각 동기 방식을 사용하였다. 정밀시각 동기 방식은 다양한 동작이나 결함환경에서도 정확한 시각 동기를 얻을 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는 결함 위치를 추정하기 위하여 Arbitrary Function Generator를 이용하여 실제 전력선상의 파형과 유사한 파형을 프로 그래밍 한 후 시뮬레이션 하게 된다. NI-DAQ 보드와 i80c296 Microprocessor와 TMS320C32 DSP를 사용하여 모의된 전력선 상의

신호를 샘플링하여 저장하며, 결함 여부를 판단한다. 각 신호 측정 장치들은 LAN을 이용하여 통신을 하도록 하였고, 수집된 두 신호의 정보를 이용하여 결함위치를 파악하게 된다. 연속적으로 수집되는 방대한 양의 데이터를 모두 저장할 수 없기 때문에 일정한 크기의 순환버퍼를 사용한다. 입력되는 데이터를 저장하면서 실시간으로 분석하여 결함 여부를 결정하고 결함이 발생하였을 때에는 일정한 시간만큼 더 입력신호를 샘플링 하여 저장 후 버퍼의 데이터를 LAN을 통해 host에 전송하게 되며, 양단에서 전송된 데이터를 비교 분석하여 결함여부를 다시 판단하게 되고, 만일 사고가 발생한 것으로 판단되면 그 위치를 계산하여 모니터링 한다.

결함 위치의 판단을 위해서는 최근 신호처리 분야에서 많이 사용되고 있는 웨이블릿 변환(Wavelet Transform)을 이용하였다.

2. GPS와 정밀시각 동기

위성항법시스템(Global Positioning System)은 1970년대 초, 미 국방성(U.S. Department of Defence)에 의해 개발되기 시작하여 1990년대 중반부터 본격적인 가동이 시작되었다. 위성 항법 시스템은 시간, 기상 상태에 관계없이 지구 전역에서 사용 가능한 가장 이상적인 항법 시스템으로서 처음에는 군사적인 용도를 위해 개발되었지만 경제성 및 유용성으로 인해 급속도로 민간용으로 확장되어 현재에 이르러 가장 일반적인 항법 시스템으로 자리 잡고 있다.

위성항법시스템(Global Positioning System)의 주요한 오차원인 중의 하나였던 고의잠음(Selective Availability)이 2000년 5월 1일 자정(미국시간)을 기해서 제거되었기 때문에 앞으로 정밀 위치 측정 및 기존의 GPS 응용 분야에 새로운 전기를 마련하게 되었다.

GPS의 기본 기능은 자신의 위치를 알고 있는 위성으로부터 지상이나 공중 및 해상의 어느 곳에서나 사용자의 위치를 알아내는 것이며, 이러한 위치 정보와 시각정보를 이용하여 속도 및 가속도 등과 같은 정보도 얻을 수 있다. GPS 위성에는 고안정도의 원자 주