

전기 전자파 및 부분 방전 신호 검출을 통한 축사 전기 화재 안전 시스템 설계에 관한 연구

송제호*, 이유엽**, 박의준**

*전북대학교 융합기술공학부(IT응용시스템공학), 스마트 그리드 연구 센터

**호원대학교 자동차기계공학과

***전북대학교 IT응용시스템공학과

e-mail:songjh@jbnu.ac.kr

A Study on the design of a livestock house electrical fire safety system through detection of electrical electromagnetic waves and partial discharge signals

Je-Ho Song*, You-Yub Lee**, Eui-Jun Park**

*Dept. of Convergence Technology Engineering(IT Applied System Engineering),
Smart Grid Research Center, Chonbuk National University

**Dept. of Automotive & Mechanical Engineering, Howon University

***Dept. of IT Applied System Engineering, Chonbuk National University

요약

본 논문에서는 축사에서 발생하는 전기 화재의 감시 및 예방을 목표로 축사 전기 화재 안전 시스템을 제안하였다. 축사에 설치된 전기 설비에서 발생하는 전기 전자파 및 부분 방전(PD) 신호를 감지하여 화재 발생을 미리 예측하고, 화재 발생 시 신속히 대응할 수 있도록 하고자 하였다. 전기 화재 검출 센서는 서로 다른 주파수 대역을 감지하는 3채널 센서로 구성되어 각 센서에서 수집된 데이터를 서버로 전송하여 진단 및 분석 알고리즘에 의해 이상 신호를 검출하도록 구성하였다. 이를 통해 화재 발생 시 경보를 울리고 즉시 사용자에게 이를 알려 화재를 초기에 진압할 수 있도록 하였다. 진단 및 분석 프로그램은 전송된 데이터의 저장과 시간 영역 및 주파수 영역에서의 신호 분석, 이상 신호의 진단이 가능하도록 하였다. 이러한 축사 전기 화재 안전 시스템은 축사에서 발생하는 전기 화재를 효과적으로 예방하고 감시할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

전기 화재의 주요 원인으로는 과부하 및 과전류, 누전, 지락, 접촉불량·절연열화, 트래킹에 의한 단락과 압착, 손상에 의한 단락, 미확인 단락 등이 전체 전기화재 원인의 약 88.9%를 차지한다.[1] 이러한 전기 화재 양상은 그 원인이 대부분 사용 미숙과 부주의, 전선의 허용 용량 초과, 과부하 사용 또는 부적절한 사용 등에 의한 것이다.

이와 같이 전기 설비나 배선의 부적절한 사용이나 사용 미숙은 전기화재의 위험성을 높인다. 그중에서도 축사 환경은 전기 화재를 유발할 가능성이 매우 높다. 축사 전기 시설과 설비는 노후화되어 있거나, 초기 설비 구축 시 비전문가에 의해 설치되기도 하며 과도하게 전기 배선을 연결하여 누전 또는 단락의 원인을 제공한다.[2] 게다가, 가연성이 높은 보온재 사용 등으로 인하여 한번 화재가 발생할 경우 큰 사고로 이어질 가능성이 크다.

이처럼 축사의 전기 시설 환경은 축산업자의 안전 의식 결여, 축사의 열악한 환경 등으로 인하여 전기 화재가 발생할 가능성이 크다. 따라서, 본 논문에서는 전기 화재에 취약한 축사 환경을 개선하고자 축사 전기 화재 안전 시스템을 제안한다. 축사 전기 화재 안전 시스템은 축사 시설 내부의 배전반 및 각 전기 설비에서 발생하는 전기 전자파 및 PD(Partial Discharge, 부분 방전) 신호를 측정하여 전기 화재 발생을 감지하고, 화재가 발생하였을 때는 경보를 울리고 자동 소방 설비를 작동하여 초기에 화재를 진압할 수 있게 하였다. 또한, 사용자가 현장에 직접 있지 않더라도 축사의 상황을 모니터링할 수 있도록 PC와 스마트폰 어플리케이션을 통한 진단 모니터링 프로그램을 개발하고자 하였다.

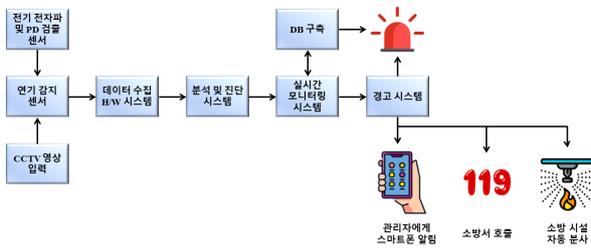
2. 본론

축사 전기 화재 안전 시스템은 전기 화재에 취약한 축사 환경을 화재로부터 보호하기 위한 것으로, 축사의 전기 설비에서 발생하는 전기 전자파 또는 부분 방전(PD) 신호를 검출하

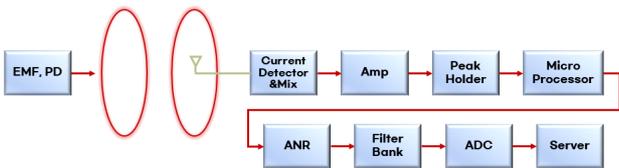
여 축사의 전기 화재를 예측하고 예방하고자 하였다. 전기 전자파와 부분 방전 신호를 측정하기 위하여 전기 화재 검출 센서와 연기 발생을 감지하는 연기 감지 센서, CCTV에 의한 영상 분석을 통해 진단 모니터링 시스템의 H/W 시스템을 구성하였다.[3,4]

전기 화재 검출 센서와 연기 감지 센서, 영상 입력에 의한 데이터를 분석할 수 있는 임베디드 S/W를 구성하여 수집된 데이터를 실시간으로 분석하고자 하였다. 수집된 데이터의 분석 결과, 화재 발생 또는 긴급 상황 등 이상 정보가 검출되었을 경우에는 사용자의 휴대폰으로 알림을 전송하고, 시설에 경보음이 울리며 자동 소방 시설이 작동하여 신속한 초기 대응을 가능하게 하였다.

모니터링 시스템을 통하여 가정에서는 PC를 이용하여 축사의 상황을 실시간으로 확인할 수 있고, 외출 시에는 사용자의 스마트폰을 통하여 모니터링할 수 있도록 하였다. 이러한 축사 전기 화재 안전 시스템의 구성도는 그림 1에 나타내었고, 그림 2는 축사 전기 화재 안전 시스템 흐름도를 나타낸 것이다.



[그림 1] 축사 전기 화재 안전 시스템 구성도



[그림 2] 축사 전기 화재 안전 시스템 흐름도

축사 전기 화재 안전 시스템은 축사의 전기 설비에서 화재가 발생할 확률이 높을 때의 음향 주파수를 검출하기 위한 전기 화재 검출 센서(EFDS, Electric Fire Detection Sensor)를 이용하여 전기 전자파나 PD 신호를 검출한다. 검출된 신호는 잡음을 제거하여 증폭되고, 특정 주파수 대역의 음향 신호를 필터 बैं크를 통과시켜 디지털 신호로 변환된다. 수집된 데이터는 서버에서 실시간으로 분석되어 화재 발생 유무를 정확하고 빠르게 진단할 수 있도록 하였다.

전기 화재 검출 센서는 각각 20~100 MHz, 100~500 MHz, 500~1000 Mhz의 주파수 대역을 검출하는 3채널로 이루어졌으며 각 센서의 주파수 대역에 따른 필터 구성과 고주파 증폭

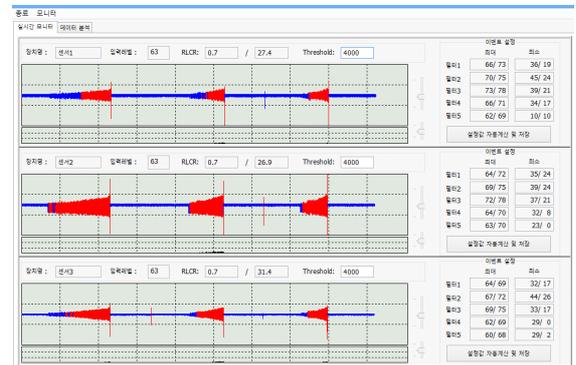
기 회로를 구성하였다. 그림 3은 3채널 전기 화재 검출 센서를 이용한 PD 발생을 측정하는 모습이다.



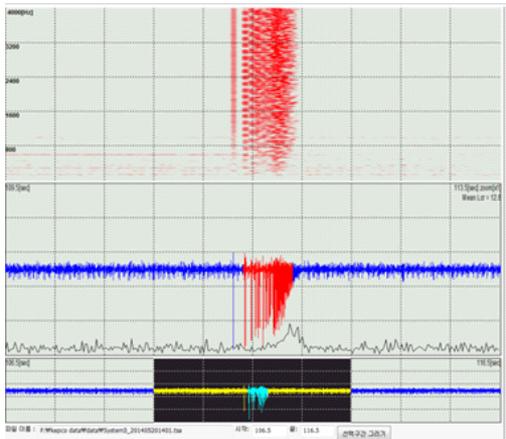
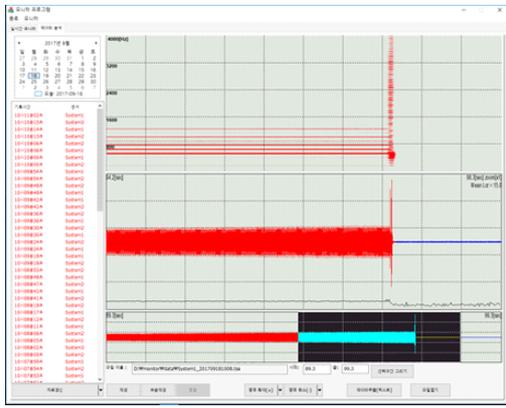
[그림 3] 전기 화재 검출 센서를 이용한 PD 발생 측정

센서를 통하여 서버로 전송된 데이터는 분석 및 진단 모니터링 시스템을 이용하여 분석된다. 데이터 수집 시스템과 데이터베이스를 구성은 전기 설비에서 발생하는 전기 전자파 및 PD 신호 대역 데이터 수집과 측정 대역, 잡음과 신호의 분리를 고려하여 설계하였다. 수집된 전기 전자파 및 PD 신호는 튜닝(Tuning)에 의해 음향 신호를 분리하도록 분석 알고리즘을 개발하였다.

진단 모니터링 프로그램은 수집된 신호 데이터의 재생과 데이터 저장이 가능하도록 구현하였고, MSSQL을 이용하여 자동 DB 구성 및 DB 입출력을 설계하였다. 저장된 데이터는 월별, 날짜, 시간에 따라 시스템의 데이터 정보를 표시할 수 있도록 하였고, 고해상도의 샘플링을 통해 신호를 구현하였다. 또한, 측정 데이터는 시간에 따른 분석과 주파수 영역에 따른 분석이 모두 가능하도록 구현하였으며 이상 데이터의 진단 시 이를 표시할 수 있도록 하였다. 그림 4는 3채널 센서에 의하여 전원에 전자파 및 PD가 발생하기 시작하는 상태의 이벤트 값 설정과 알고리즘 계산 값의 범위 이탈에 대하여 적색으로 표시되는 GUI를 나타낸 것이다.



[그림 4] 축사 전기 화재 안전 시스템 진단 및 분석 프로그램 GUI



[그림 5] 축사 전기 화재 안전 시스템 진단 및 분석 프로그램 GUI

그림 5는 주파수 영역에서의 부분 방전에 대한 에너지 분포를 표시하는 진단 및 분석 프로그램 GUI를 나타낸 것이며, 이처럼 이상 신호가 검출되었을 때는 화재가 발생할 가능성이 높음을 진단하여 사용자에게 알림을 보내어 긴급 상황에 빠르게 대처할 수 있도록 하였다.

3. 결론

전기 화재의 주요 원인으로는 과부하 및 과전류, 누전, 지락과 다양한 이유에 따른 단락이 대부분을 차지한다. 이러한 원인은 전기 설비의 노후화, 사용자의 조작 미숙 등으로 인하여 유발되며, 축사의 전기 시설은 비전문가에 의해 설비되거나, 시설이 노후화되어 전기 화재 발생에 취약하다.

따라서, 본 논문에서는 축사 환경에서의 전기 화재 발생을 예방하고 감시하기 위하여 축사 전기 화재 안전 시스템을 제안하였다. 축사 전기 화재 안전 시스템은 전기 설비에서 발생하는 전기 전자파 및 PD 신호를 감지하여 화재 발생을 미리 예측하고 분석할 수 있도록 하였다.

전기 화재 검출 센서는 서로 다른 주파수 대역을 감지하는 3채널의 센서로 구성되며, 검출된 신호는 잡음 제거와 필터 बैं크를 통과하여 디지털 신호로 변환되어 서버로 전송되도록

구성하였다. 센서에서 수집되어 전송된 데이터는 분석 및 진단 알고리즘을 통해 처리되고, 진단 모니터링 프로그램을 통하여 시간 영역과 주파수 영역에서의 신호 분석과 데이터 저장과 DB 구성, 저장된 데이터를 월별, 날짜, 시간 등에 따라 표시하도록 구성하였다.

진단 및 분석 프로그램을 통하여 이상 신호가 검출이 되었을 때는 사용자에게 알림을 보내어 화재 발생 가능성을 경고하고, 신속히 화재를 진압할 수 있도록 하였다. 이처럼, 축사 전기 화재 안전 시스템은 축사에서의 전기 화재 발생을 사전에 예방하고, 전기 화재로 인한 피해를 최소화하는 데 기여할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 소방청 국가화재정보시스템, 2022년 화재통계연감, 통계 보고서, 소방청, 대한민국, pp.96-97
- [2] 정기성, “축사 화재의 현황과 그 방지 대책”, 한국화재소방학회 논문지, Vol. 21, No.4, pp.81-87, 2007
- [3] Jacob Fraden, “현대 센서공학”, 한빛아카데미, 2021
- [4] Norman S. Nise, “제어시스템공학”, 홍릉과학출판사, 2015