

GIÁM SÁT CÁC THÔNG SỐ HOẠT ĐỘNG CỦA THIẾT BỊ SỬ DỤNG MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY

Ông Quang Tuyền, Phạm Minh Hải, Thái Hải Âu

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

E-mail: uongquangtuyen@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thiết lập hệ thống giám sát các thông số cơ bản như điện áp, dòng điện, nhiệt độ và độ rung... của động cơ điện để ngăn ngừa những sự cố có thể xảy ra trong quá trình vận hành. Giám sát các thông số này được thực hiện từ xa thông qua mạng cảm biến không dây. Các dữ liệu được hiển thị theo thời gian thực trên giao diện với các bảng và đồ thị nhằm theo dõi các thay đổi trong quá trình vận hành của thiết bị

Từ khóa: động cơ điện, thiết bị giám sát, độ rung, mạng cảm biến không dây

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong các nhà máy sản xuất, thiết bị dẫn động chủ yếu để máy có thể làm việc là động cơ điện. Các thiết bị này hoạt động trong suốt quá trình tồn tại của nhà máy. Khi vận hành liên tục trong thời gian dài không tránh khỏi các lỗi xảy ra. Các lỗi của động cơ điện thường được theo dõi thông qua các giá trị điện áp, dòng điện, nhiệt độ, độ rung... của động cơ [1]. Các phương pháp bảo dưỡng, sửa chữa truyền thống thường được định lượng theo thời gian hoạt động và kinh nghiệm vận hành. Với cách truyền thống, các kỹ thuật viên phải trực liên tục tại các máy thì mới có thể phát hiện các lỗi kịp thời. Tuy nhiên, lịch sử lỗi và các giá trị của các đại lượng khi xảy ra lỗi của thiết bị không được lưu trữ lại. Để khắc phục được các vấn đề nêu trên, cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ trong thời đại công nghiệp 4.0, các hệ thống mạng cảm biến không dây được phát triển rộng rãi. Qua mạng cảm biến này, các nhà máy có thể giám sát được các thông số hoạt động của thiết bị một cách hiệu quả, tức thời, tối ưu hóa công việc bảo dưỡng và cải thiện độ tin cậy của hệ thống. Để đánh giá tình trạng của các thiết bị, máy móc trong công nghiệp, phổ biến là các động cơ điện một cách hiệu quả, cần sử dụng việc đo lường và phân tích dữ liệu thu thập từ các cảm biến.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế một hệ thống đo lường không dây, đo các giá trị cơ bản như: nhiệt độ, điện áp, dòng điện, độ rung

và hiển thị tập trung trên một giao diện web. Các dữ liệu của thiết bị được đo bằng các cảm biến ở các trạm tại chỗ (các nút mạng), sau đó truyền dữ liệu tới một thiết bị thu thập (gateway) để truyền tải lên Server và hiển thị trên giao diện.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

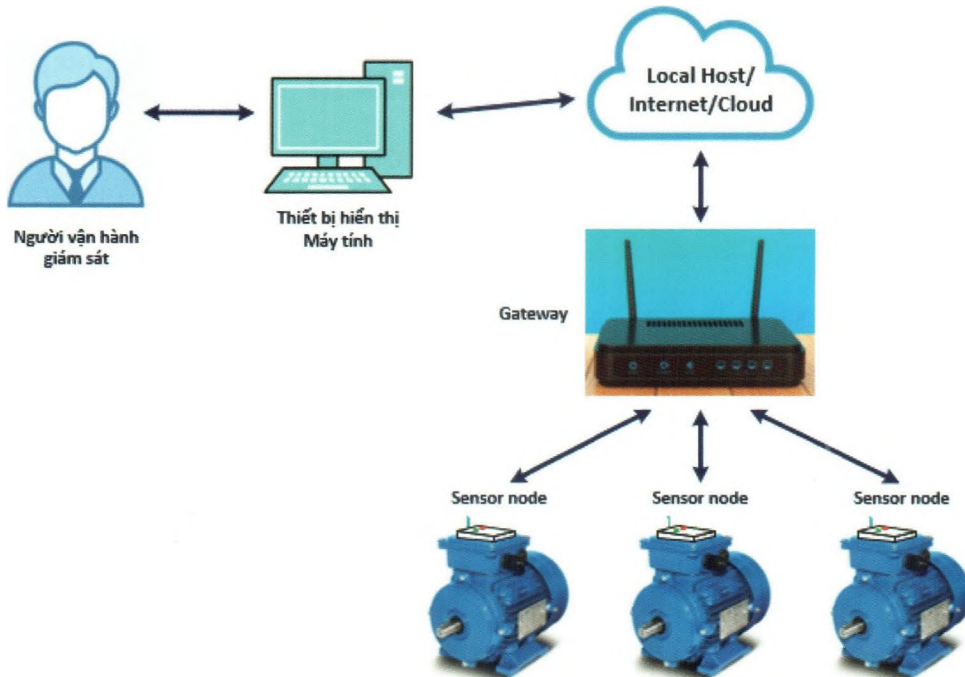
2.1. Cấu trúc mạng cảm biến không dây

Các mạng cảm biến không dây đã được phát triển mạnh mẽ và sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như: công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, quân sự và trong lĩnh vực bảo vệ và chăm sóc sức khỏe... Hệ thống cảm biến không dây đã khắc phục được sự thiếu linh hoạt, sự phức tạp trong lắp đặt, bảo trì của các hệ thống cảm biến trước đây.

Trong nhà máy, việc mở rộng thêm các yêu cầu giám sát các thông số, thêm thiết bị cần giám sát thì đối với hệ cảm biến không dây được thực hiện nhanh chóng, thuận tiện hơn rất nhiều so với hệ cảm biến có dây thông thường. Cấu trúc mạng gồm một gateway và các nút mạng như mô tả trên hình H.1:

Mỗi một nút mạng là một thiết bị thu thập dữ liệu về các thông số của thiết bị (dòng điện, điện áp, nhiệt độ, độ rung). Tại mỗi nút mạng này dữ liệu sẽ được định dạng theo một cấu trúc để truyền tới thiết bị trung tâm (gateway).

Gateway làm nhiệm vụ tổng hợp và xử lý thông tin. Trong mạng có nhiều cảm biến được cấu trúc nhiều tầng thì các gateway làm nhiệm vụ chuyển tiếp dữ liệu tới một server trung tâm để lưu trữ dữ liệu và hiển thị dữ liệu.



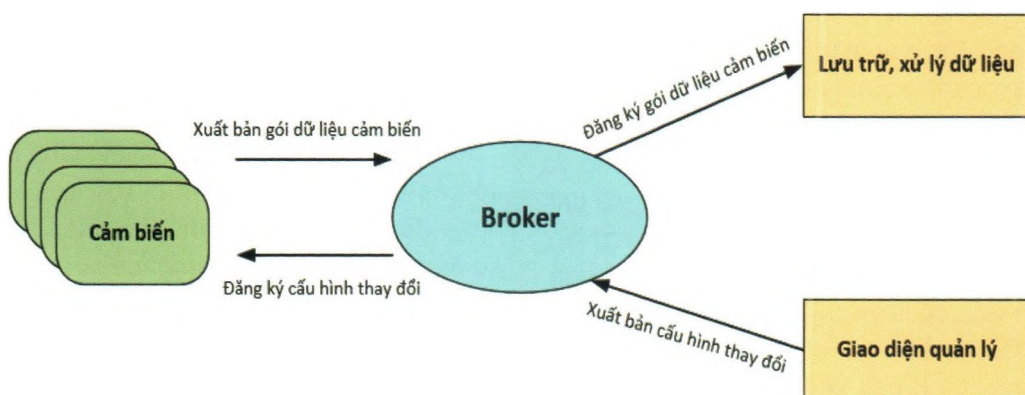
H.1. Cấu trúc mạng cảm biến không dây

Trong cấu trúc mạng đề xuất, nhóm tác giả tìm hiểu và áp dụng giao thức truyền dữ liệu MQTT. Đó là một giao thức nhắn tin gọn nhẹ được thiết kế để liên lạc giữa các thiết bị và hệ thống máy tính. MQTT được thiết kế ban đầu cho các mạng SCADA, các kịch bản sản xuất và băng thông thấp, MQTT đã trở nên phổ biến gần đây do sự phát triển của Internet-of-Things (IoT)

MQTT gồm 2 phần chính là máy chủ (Broker) và các trạm (Clients). Trong đó, Broker được coi như trung tâm, nó là điểm giao của tất cả các kết nối đến từ Client. Nhiệm vụ chính của Broker là nhận

thông điệp (message) từ nhà xuất bản (Publisher), xếp các message theo hàng đợi rồi chuyển chúng tới một địa chỉ cụ thể. Nhiệm vụ phụ của Broker là có thể đảm nhận thêm một vài tính năng liên quan tới quá trình truyền thông như: bảo mật message, lưu trữ message, logs...

Client thì được chia thành 2 nhóm là nhà xuất bản (Publisher) và nhà đăng ký (Subscriber). Client là các software components hoạt động tại edge device nên chúng được thiết kế để có thể hoạt động một cách linh hoạt (lightweight). Client chỉ làm ít nhất một trong hai việc là truyền các message



H.2. Cấu trúc truyền nhận dữ liệu qua MQTT

lên một topic cụ thể hoặc subscribe một topic nào đó để nhận message từ topic này [2].

MQTT được thiết kế nhằm phục vụ truyền thông machine-to-machine nhưng thực tế chứng minh nó lại linh hoạt hơn mong đợi. Nó hoàn toàn có thể áp dụng cho các kịch bản truyền thông khác như: machine-to-cloud, cloud-to-machine, app-to-app. Chỉ cần có một Broker phù hợp và MQTT Client được cài đặt đúng cách, các thiết bị xây dựng trên nhiều nền tảng khác nhau có thể giao tiếp với nhau một cách dễ dàng

MQTT được thiết kế dựa trên các tiêu chuẩn cấu trúc mạng không dây uy tín được phát triển, trong đó các tiêu chuẩn cho PAN không dây, IEEE 802.15.1 (Bluetooth) (IEEE, 2002); Lan không dây, IEEE 802.11b (WiFi) (IEEE, 1999b) và IEEE 802.15.4 (ZigBee) (IEEE, 2003) được sử dụng rộng rãi hơn cho các ứng dụng tự động hóa và đo lường, mạng cho cảm biến không dây [3].

2.2. Cảm biến đo nhiệt độ

Cảm biến đo nhiệt là những loại cảm biến được chế tạo từ những chất bán dẫn. Có các loại như Diode, Transistor, IC. Nguyên lý của chúng là dựa trên mức độ phân cực của các lớp p-n tuyến tính với nhiệt độ môi trường. Ngày nay với sự phát triển của ngành công nghệ bán dẫn đã cho ra đời rất nhiều loại cảm biến nhiệt với sự tích hợp của nhiều ưu điểm: Độ chính xác cao, chống nhiễu tốt, hoạt động ổn định, mạch điện xử lý đơn giản như: IC Cảm biến nhiệt LM35 và cảm biến nhiệt độ dạng Diode; IC Cảm biến nhiệt độ DS18B20

2.3. Cảm biến đo độ rung

Cảm biến rung là một thiết bị đo số lượng và tần số rung động trong một hệ thống, máy móc hoặc thiết bị nhất định. Các phép đo này có thể được sử dụng để phát hiện lỗi và dự đoán các sự cố có thể xảy ra. Cảm biến đo độ rung là loại cảm biến được ứng dụng phổ biến trong rất nhiều lĩnh vực từ bảo trì, theo dõi máy móc, thiết bị, tua bin động cơ tới giám sát công trình, ứng dụng trong điện thoại, thiết bị điện tử, sinh học.

MPU-6050 là cảm biến của hãng InvenSense. MPU-6050 là một trong những cảm biến đo rung động đầu tiên trên thế giới có tới 6 (mở rộng tới 9) trục cảm biến bao gồm con quay hồi chuyển 3 trục,

gia tốc 3 trục và một vi xử lý chuyển động số tích hợp trong 1 chip duy nhất có kích thước rất nhỏ (4x4x0.9mm). Với bus cảm biến I2C dành riêng, nó trực tiếp chấp nhận đầu vào từ một la bàn bên ngoài 3 trục để cung cấp kết quả MotionFusion™ 9 trục hoàn chỉnh. MPU-6050 có ba bộ chuyển đổi ADC (analog-to-digital) 16-bit để số hóa các đầu ra con quay hồi chuyển và ba ADC 16-bit để số hóa các đầu ra gia tốc kế (4).

Cảm biến gia tốc cũng được sử dụng trong việc giám sát máy móc để theo dõi sự dao động và biến đổi của các trục quay, ổ bi... kịp thời. Được dùng nhiều trong các thiết bị như tua bin, máy bơm, quạt, con lăn, máy nén... Đây là những thiết bị nếu không phát hiện lỗi kịp thời thì sẽ dẫn đến sửa chữa rất tốn kém. Dữ liệu về dao động của máy móc giúp người sử dụng có thể theo dõi và phát hiện những lỗi này trước khi thiết bị quay bị hỏng.

2.4. Cảm biến đo điện áp, dòng điện, công suất, tần số và năng lượng tiêu thụ

Cảm biến đo thông số điện PZEM-004 là module dùng để đo các thông số của điện xoay chiều như U, I, P của một hay nhiều thiết bị tiêu thụ điện. PZEM-004 có thể đo được điện áp từ 80 – 260 VAC, Dòng điện từ 0 – 100A.

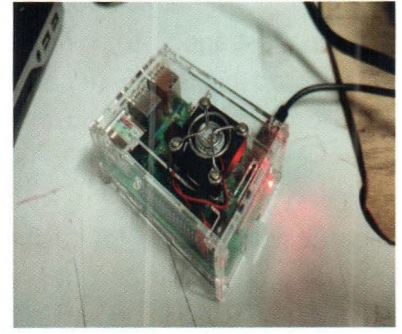
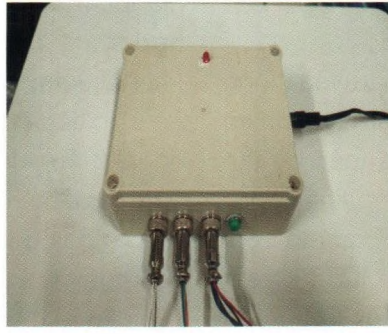
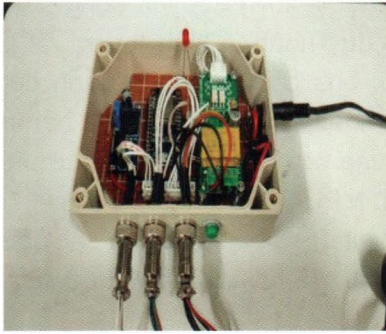
Ngoài ra PZEM-004 có hỗ trợ chuẩn giao tiếp TTL (UART) để người dùng có thể sử dụng các vi điều khiển như Arduino, Arm, PIC... giao tiếp để lấy được thông số mà PZEM-004 đo được. PZEM-004 được sử dụng để giám sát thông số điện xoay chiều ở trạm điện, động cơ, công tơ điện tử...

2.5. Module điều khiển

2.5.1. ESP 8266

Module thu phát wifi IOT ESP8266 là module phát triển dựa trên nền chip ESP8266 với thiết kế sử dụng dễ dàng. Đặc biệt có thể sử dụng trực tiếp với trình biên dịch của Arduino để lập trình và nạp code. Đây là một trong những lợi thế của sản phẩm này trong việc sử dụng và lập trình các ứng dụng trên ESP8266 một cách đơn giản.

Module thu phát wifi IOT ESP8266 được dùng cho các ứng dụng cần kết nối, thu thập dữ liệu và điều khiển sóng qua Wifi, đặc biệt là các ứng dụng liên quan đến IoT (Internet of Things).



H.3. Sản phẩm hoàn thiện

2.5.2. Raspberry Pi 4

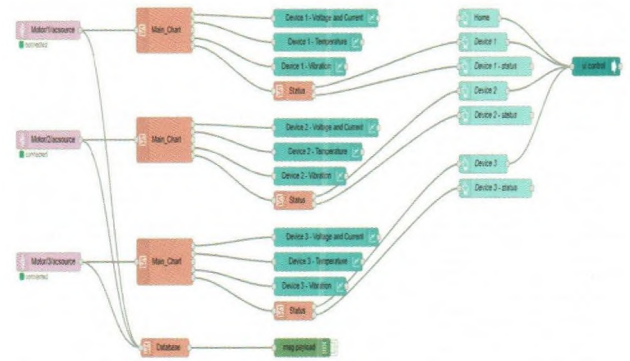
Raspberry Pi là chiếc máy tính kích thước nhỏ được tích hợp nhiều phần cứng mạnh mẽ đủ khả năng chạy hệ điều hành và cài đặt được nhiều ứng dụng trên nó. Với giá chỉ vài chục USD, Raspberry hiện đang là mini computer nổi bật nhất hiện nay. Ban đầu, tổ chức “Raspberry Pi Foundation” phát triển dự án Raspberry với mục tiêu chính là giảng dạy máy tính cho trẻ em và tạo ra một công cụ giá rẻ để sinh viên nghiên cứu học tập. Tuy nhiên, sau khi xuất hiện, Raspberry Pi được cộng đồng đánh giá cao về tính ứng dụng với phần cứng được hỗ trợ tốt, nó đã nhanh chóng phát triển một cách rộng rãi. Pi phù hợp cho những ứng dụng cần khả năng xử lý mạnh mẽ, đa nhiệm hoặc giải trí và đặc biệt cần chi phí thấp.

- Raspberry Pi cũng được dùng như một VPN cá nhân.
- Raspberry có thể được sử dụng như một gateway để chuyển tiếp các dữ liệu từ các thiết bị khác lên server
- Raspberry Pi được sử dụng để chuyển thành ổ cứng mạng NAS với ổ cứng gắn thêm.

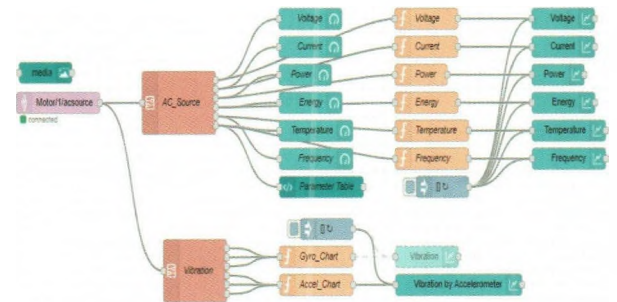
Hiện thị thời tiết, hiển thị thông tin mạng nội bộ là một ứng dụng khá hữu ích của Raspberry Pi.

2.6. Thiết kế mạch đo các thông số

Giao diện thiết kế dựa trên nền tảng node-red được cài đặt trong Raspberry, các hàm trong node-red đáp ứng tốt với các dữ liệu thu thập được từ các nút mạng truyền qua MQTT tới địa chỉ của gateway, mỗi một thiết bị sẽ gửi đến gateway bằng một “topic” với cấu trúc “Motor/n/acsource”



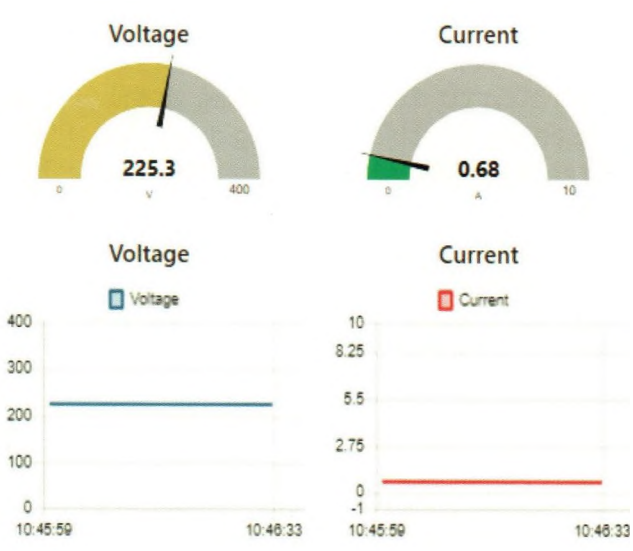
H.4. Chương trình đọc dữ liệu và giao diện chính trên Node-red



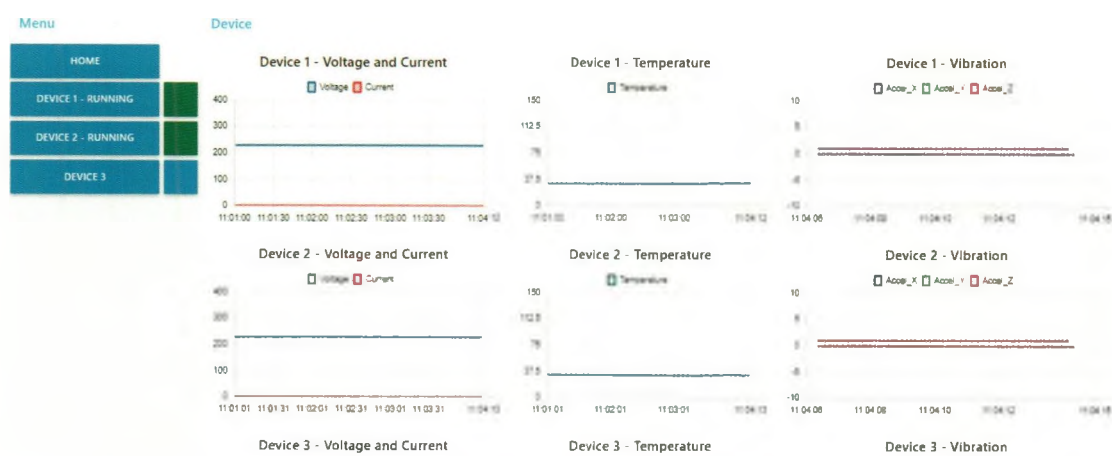
H.5. Chương trình đọc dữ liệu và giao diện từng thiết bị trên Node-red

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Quá trình thử nghiệm được thực hiện trong phòng thí nghiệm với các thiết bị đo lường tiêu chuẩn được sử dụng là đồng hồ vạn năng và ampe kìm với đối tượng. Kết quả đo được trên 2 thiết bị đo lường tiêu chuẩn so với kết quả đo được từ bộ thu thập dữ liệu từ xa gửi về là xấp xỉ nhau, với tỷ lệ giữa các thiết bị đo (thiết bị đo tạo chỗ/thiết bị đo từ xa) là: 225.5V/225.3V; 0.6A/0.68A và được thể hiện trên hình H.6.



H.6. Hình ảnh kết quả thử nghiệm trên thiết bị thí nghiệm và thiết bị thu thập từ xa



H.7. Giao diện hiển thị chính



H.8. Giao diện hiển thị chi tiết từng thiết bị



4. KẾT LUẬN

Mô hình mạng cảm biến không dây giám sát hoạt động của động cơ điện được thiết kế và thử nghiệm trong phòng thí nghiệm đáp ứng được yêu cầu về giám sát các thông số cơ bản như điện áp, dòng điện, tần số, công suất, nhiệt độ và độ rung của thiết bị khi vận hành. Qua các biểu đồ và bảng các thông số hoạt động của thiết bị người vận hành

có thể xác định được một cách nhanh chóng sự cố xảy ra khi hoạt động. Với các tham số về độ rung thu nhận qua hệ thống cảm biến, có thể sử dụng để phân tích và áp dụng các tiêu chuẩn về tần số, biên độ rung lắc, từ đó đưa ra được các kết luận về nguyên nhân gây ra rung lắc của thiết bị, đưa ra các quy trình, thời gian bảo trì bảo dưỡng thiết bị hợp lý □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. J Medina-García, T Sánchez-Rodríguez, JAG Galán (2017); A Wireless Sensor System for Real-Time Monitoring and Fault Detection of Motor Arrays, ... - Sensors, 2017 - mdpi.com
2. SJ Yu, YH Park (2020), UA-WSN: Secure and Lightweight Three-Factor-Based User Authentication Protocol for Wireless Sensor Networks - Sensors, 2020 - mdpi.com
3. Wagma Khan et al. (2016); Applications of Wireless Sensor Networks in Food and Agriculture Sectors; International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume 5, Issue 6, June 2016; ISSN: 2278 – 1323
4. MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.3, datasheet
5. Swathy. L, Lizy Abraham; 2014; Vibration Monitoring Using MEMS Digital Accelerometer with ATmega and LabVIEW Interface for Space Application; IJISSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 1 Issue 5, July 2014; ISSN 2348 – 7968

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi Trường Đại học Mỏ - Địa chất trong đề tài “Thiết kế và chế tạo mô hình mạng cảm biến không dây hỗ trợ việc giám sát hoạt động của các động cơ trong nhà máy sản xuất” đề tài số T21-09 theo Quyết định số 97/QĐ-MĐC ngày 27 tháng 01 năm 2021

MONITORING OF DEVICE ACTIVITY PARAMETERS USING THE WIRELESS SENSOR NETWORK

Uong Quang Tuyen, Pham Minh Hai, Thai Hai Au

ABSTRACT

The paper presents some results of research on setting up a monitoring system for basic parameters such as voltage, current, temperature and vibration of the electric motors in order to prevent possible problems during their operation. Monitoring of these parameters is carried out remotely through a wireless sensor network. All data is displayed in real time on the interface with tables and graphs to monitor changes in machine operation.

Keywords: electric motor, monitoring device, vibration, wireless sensor network

Ngày nhận bài: 10/11/2021;

Ngày gửi phản biện: 12/11/2021;

Ngày nhận phản biện: 15/12/2021;

Ngày chấp nhận đăng: 10/01/2022.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam