REAL VAQTDA IOT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA ELEKTR MOTORLARNI MONITORING QILISH VA AVTOMOBIL ISHLAB CHIQARISH JARAYONINING UZLUKSIZLIGINI TA'MINLASH

Eraliyev Nosirbek

Turin politexnika universiteti tadqiqotchisi, Toshkent, O‘zbekiston

Annotatsiya. Maqolada IoT (Internet of Things) texnologiyalaridan foydalanib, elektr motorlarni real vaqtda monitoring qilish tizimini ishlab chiqish bo‘yicha olib borilgan amaliy tadqiqotlar bayon etilgan. Elektr motorlar avtomobil ishlab chiqarish liniyalarining muhim qismlaridan biri bo‘lib, ularning ishlash holatini doimiy kuzatib borish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, avariyaviy holatlarning oldini olish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishda muhim rol o‘ynaydi. Maqolada Arduino UNO mikrokontrolleri, harorat va vibratsiya sensorlari, Wi-Fi moduli yordamida ishlab chiqilgan monitoring tizimi, shuningdek, uning ishlab chiqarish muhitiga integratsiya qilish bosqichlari va natijalari tahlil qilinadi.

Tayanch so‘zlar: IoT, elektr motor, monitoring, Arduino, sensor, sanoat avtomatlashtirish, texnologik jarayon.

Аннотация. В статье описываются практические исследования по разработке системы мониторинга электродвигателей в режиме реального времени с использованием технологий IoT (Интернета вещей). Электродвигатели являются одной из важных частей автомобильных производственных линий, и постоянный мониторинг их рабочего состояния играет важную роль в повышении эффективности производства, предотвращении аварийных ситуаций и снижении эксплуатационных расходов. В статье анализируется система мониторинга, разработанная с помощью микроконтроллера Arduino UNO, датчиков температуры и вибрации, модуля Wi-Fi, а также этапы и результаты его интеграции в производственную среду.

Ключевые слова: IoT, электродвигатель, мониторинг, Arduino, сенсор, промышленная автоматизация, технологический процесс

Abstract. The article describes practical research on the development of a real-time monitoring system for electric motors using IoT (Internet of Things) technologies. Electric motors are an important part of automobile production lines, and constant monitoring of their operating condition plays an important role in increasing production efficiency, preventing accidents, and reducing operating costs. The article analyzes the Arduino UNO microcontroller, temperature and vibration sensors, the developed monitoring system using the Wi-Fi module, as well as the stages and results of its integration into the production environment.

ISSN 3030-3907

Key words: IoT, electric motor, monitoring, Arduino, sensor, industrial automation, technological process.

Kirish.

Zamonaviy avtomobil ishlab chiqarish sanoati uzluksiz va avtomatlashtirilgan texnologik jarayonlarga tayanadi. Bunday tizimlarda elektr motorlar asosiy harakatlantiruvchi element sifatida xizmat qiladi. Ularning ishdan chiqishi, hatto bir necha daqiqalik to‘xtashi ham ishlab chiqarish samaradorligiga salbiy ta'sir ko‘rsatadi. An’anaviy texnik xizmat ko‘rsatish usullari, ya’ni davriy tekshiruvlarga asoslangan profilaktika, har doim ham yetarli bo‘lmaydi. Shu sababli, so‘nggi yillarda IoT (Internet of Things) texnologiyalari asosida real vaqtda monitoring tizimlarini joriy etish orqali elektr motorlar holatini doimiy nazorat qilish, nosozliklarni oldindan aniqlash va avtomatik ogohlantirish funksiyalarini yo‘lga qo‘yish dolzarb masalaga aylandi [1,2].

IoT texnologiyalarining asosiy afzalligi – bu har qanday texnik uskuna yoki tizimni global tarmoqqa ulash orqali uning haqiqiy vaqtdagi ishlash holatini kuzatish, axborot to‘plash va analiz qilish imkoniyatidir [3]. Ushbu maqolada, aynan avtomobil ishlab chiqarish sanoati uchun zarur bo‘lgan yuqoridagi imkoniyatlardan foydalanilgan holda, elektr motorlar holatini onlayn nazorat qilish bo‘yicha amaliy tadqiqotlar, dasturiy va apparat ta'minoti, tizimning samaradorligi va kelgusidagi takomillashtirish yo‘nalishlari muhokama qilinadi [4].

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA.

Zamonaviy sanoat korxonalarida ishlab chiqarish liniyalarining uzluksiz va samarali ishlashi uchun elektr motorlarning holatini doimiy nazorat qilish muhim ahamiyat kasb etadi. Bu boradagi ilg‘or texnologiyalardan biri – Internet of Things (IoT) texnologiyasi hisoblanadi. IoT sanoat tizimlariga joriy etilishi 2010-yillarning boshlaridan boshlab keng rivojlandi.

P. D. Patel va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotda, elektr motorlar uchun vibratsiya va haroratga asoslangan monitoring tizimi ishlab chiqilgan bo‘lib, bunda Raspberry Pi va DHT11 sensori asosiy komponent sifatida ishlatilgan. Tadqiqotda real vaqtda monitoring imkoniyati mavjud bo‘lsa-da, tizim sanoat sharoitida qo‘llash uchun yetarli darajada barqaror emasligi qayd etilgan [5].

G. S. Kumar o‘z izlanishlarida sanoat motorlarining ish faoliyatini kuzatish uchun Arduino va ESP8266 modullaridan foydalanib, oson sozlanadigan tizim ishlab chiqqan. Biroq, muallif ushbu tizim faqat laboratoriya sharoitida sinovdan o‘tkazilganini, sanoat muhitidagi shovqin, elektromagnit maydonlar kabi omillar hisobga olinmaganini tan olgan [6].

Lee va Kim tomonidan Koreya avtomobil zavodlarida motor holatini kuzatish uchun predictive maintenance (oldindan texnik xizmat) algoritmlari

ISSN 3030-3907

asosida ishlovchi IoT platformasi ishlab chiqilgan. Bu platformada motorlardagi harorat, bosim va tok kuchi parametrlarining o‘zgarishi asosida sun’iy intellekt yordamida nosozlik ehtimoli baholangan. Bu tadqiqot IoT va AI integratsiyasi imkoniyatlarini ko‘rsatib bergan [7].

S. R. Smith esa sanoatdagi murakkab liniyalarni boshqarish uchun SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) tizimiga IoT komponentlarini qo‘shgan. SCADA orqali motor holati, ishlash sikllari va avariyaviy holatlar haqidagi ma’lumotlar to‘planib, markaziy serverga uzatilgan. Ushbu yondashuv IoT va SCADA tizimlarining uyg‘un ishlashini tasdiqlaydi [8].

NATIJA VA MUHOKAMA

Bizni natijamiz quyidagi jarayonlardan iborat. Ya’ni:

NodeMCU ESP8266 – markaziy mikrokontroller, Wi-Fi orqali internetga ulanadi.

DS18B20 – harorat sensorlari, motor harorati oshgan holatlarda ogohlantirish beradi.

MPU6050 – tebranish (vibratsiya) va tezlanish o‘lchovchi sensor.

ACS712 – elektr tok kuchini o‘lchash uchun sensor.

Python dasturiy qismi – monitoring ma’lumotlarini tahlil qilish, grafik ko‘rinishda tasvirlash va elektron pochta orqali ogohlantirish yuborish uchun ishlatiladi.

Veb-interfeys – Flask kutubxonasi asosida yaratilgan, foydalanuvchi ma’lumotlarni real vaqtda kuzatadi.

1-jadval

Qurilmalarning funksional vazifalari

Qurilma / Sensor	Vazifasi	Ulanish turi
NodeMCU ESP8266	Ma’lumotlarni yig‘ish va Wi-Fi orqali yuborish	UART / GPIO
DS18B20	Motor haroratini o‘lchash	1-Wire
MPU6050	Vibratsiyani aniqlash (nosozlik belgisi sifatida)	I2C
ACS712	Tok o‘zgarishlarini o‘lchash	Analog
Kompyuter (Python)	Ma’lumotlar tahlili va veb-interfeys	Wi-Fi TCP

1. Sensorlardan ma’lumot olish va uzatish jarayoni

NodeMCU ESP8266 sensorlardan ma’lumotlarni har 2 soniyada olib, Wi-Fi orqali Flask serverga yuboradi. Flask server Python kodlari yordamida ma’lumotlarni:

- saqlaydi (CSV formatda yoki SQLite bazasida),

ISSN 3030-3907

- grafik ko‘rinishga keltiradi (matplotlib yordamida),
- tahlil qiladi va cheklangan qiymatlardan oshgan holatlarda ogohlantirish yuboradi.

2. Dasturiy ta'minot arxitekturasi

a) NodeMCU kod qisqacha tavsifi (MicroPython):

```
import machine, onewire, ds18x20, time
import network, urequests

# Sensor konfiguratsiyasi
ds_pin = machine.Pin(4)
ds_sensor = ds18x20.DS18X20(onewire.OneWire(ds_pin))
roms = ds_sensor.scan()

# Wi-Fi sozlamalari
ssid = 'YourSSID'
password = 'YourPassword'

station = network.WLAN(network.STA_IF)
station.active(True)
station.connect(ssid, password)
```

```
# Sensordan o‘qish va yuborish
while True:
    ds_sensor.convert_temp()
    time.sleep_ms(750)
    for rom in roms:
        temp = ds_sensor.read_temp(rom)
        urequests.post("http://<server-ip>:5000/data", json={"temp": temp})
    time.sleep(2)
```

b) Python (server) kod qisqacha tavsifi:

ISSN 3030-3907

```
from flask import Flask, request
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd

app = Flask(__name__)
data = []

@app.route('/data', methods=['POST'])
def receive_data():
    json_data = request.get_json()
    data.append(json_data)
    if json_data["temp"] > 70:
        print("Ogohlantirish! Harorat juda yuqori:", json_data["temp"])
    return 'OK'

app.run(host='0.0.0.0', port=5000)
```

3. Ishlash algoritmi

1. Sensorlar elektr motorning harorati, tok kuchi va vibratsiyasini o‘lchaydi.
2. NodeMCU ushbu ma’lumotlarni Wi-Fi orqali Python serverga yuboradi.
3. Serverda ma’lumotlar real vaqtda grafikda aks ettiriladi.
4. Agar harorat 70°C dan, vibratsiya esa normal darajadan oshsa, tizim ogohlantirish beradi.

4. Tizim sinovi va sozlanishi

Tizim dastlab laboratoriya sharoitida, so‘ngra kichik sanoat liniyasida sinovdan o‘tkazildi. Sinovlarda quyidagi parametrlar kuzatildi:

- Ma’lumot uzatish tezligi: 1.8–2.1 soniya
- Harorat aniqligi: ±0.5°C
- Wi-Fi signal uzilishi holatlarida avtomatik qayta ulanadigan tizim ishlatildi
- Ogohlantirish SMS/Telegram/E-mail orqali yuborish imkoniyati mavjud

Tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan IoT asosidagi monitoring tizimi real sharoitda sinovdan o‘tkazildi. Sinovlar ikki bosqichda amalga oshirildi:

- **1-bosqich**: Laboratoriya sharoitida nazorat ostida ishlatilgan elektr motorlar asosida.
- **2-bosqich**: Avtomobil ishlab chiqarish sexida foydalanilayotgan 3 fazali katta elektr motorlar asosida.

5. Sensorlardan olingan asosiy ma’lumotlar

2-jadval

Sensorlar quyidagi fizikaviy ko‘rsatkichlarni real vaqtda o‘lchab berdi:

Sensor turi	O‘lchangan parametr	Oraliq	Normal qiymat	Ogohlantiruvchi qiymat
DS18B20	Harorat (°C)	24–89	25–65	>70°C

ISSN 3030-3907

ACS712	Tok kuchi (A)	2–18	3–15	>16A yoki <2A
MPU6050	Vibratsiya (g)	0.01–0.9	<0.3	>0.4

6. **Real vaqtli monitoring grafiklari**

Monitoring ma’lumotlari Python va Matplotlib kutubxonasi yordamida grafik ko‘rinishda tasvirlandi.

1-grafik: Motor haroratining o‘zgarish dinamikasi (1 kunlik)

Tahlil: Harorat 08:00 dan 14:00 oralig‘ida keskin ko‘tarilgan. 13:30 atrofida harorat 78°C ga yetib, tizim ogohlantirish yuborgan. Operator aralashuvi orqali motor o‘chirilgan va sovutilgan.

2-grafik: Tok kuchi o‘zgarishlari

Tahlil: Tok kuchi 8–14 A oralig‘ida bo‘lgan. Yengil yuklangan paytda 5A atrofida, maksimal ish vaqtida 14–15A bo‘lgan. Bu ko‘rsatkichlar normal ishlashni bildiradi.

3-grafik: Vibratsiya intensivligi

Tahlil: Vibratsiya ko‘rsatkichlari ko‘pincha 0.2 gacha bo‘lgan. Ammo 12:00 da qisqa vaqt ichida 0.6 g ko‘tarilishi kuzatildi. Bu mexanik muvozanat buzilganini ko‘rsatadi. Motor mexanik tekshiruvdan o‘tkazilib, aylanish o‘qi moslashtirildi.

7. Ogohlantirish va avtomatik tahlil natijalari

Tizim quyidagi holatlarda avtomatik ogohlantirish yubordi:

- 4 marta harorat 70°C dan oshgan holatlarda.
- 1 marta vibratsiya me’yoridan ortganida.
- 2 marta tok kuchi haddan ortiq oshganida (16–17A).

Python dasturida o‘rnatilgan shartlar orqali avtomatik tahlil va ogohlantirish funksiyasi quyidagicha ishladi:

Ogohlantirishlar email va Telegram orqali yuborildi, log faylga saqlandi.

```python
if data["temp"] > 70:
    send_alert("Harorat juda yuqori!")
if data["vibration"] > 0.4:
    send_alert("Vibratsiya me'yoridan oshdi!")
if data["current"] > 16:
    send_alert("Tok kuchi kritik darajada!")
```


ISSN 3030-3907

3-jadval

Monitoring tizimining samaradorlik tahlili

Ko‘rsatkich	Tizim natijasi	Izoh
Aniqlik darajasi	95–98%	Sensorlardan olingan ma’lumotlar kalibrovka asosida tasdiqlandi
Monitoring intervalli	2 soniya	Real vaqtga yaqin tezlik
Xatolik darajasi	±3%	Maksimal farq haroratda kuzatildi
Ogohlantirish ishlashi	100%	Barcha holatlar bo‘yicha ogohlantirish yuborildi

Tizimni amaliyotga joriy qilishning afzalliklari

- Har 3 oyda bajariladigan motor diagnostikasini avtomatlashtirish.
- Operator xatolarini kamaytirish.
- Ishlab chiqarish liniyasining to‘xtab qolishini oldini olish.
- Oldindan nosozliklarni aniqlash orqali texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytirish.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Ushbu tadqiqot doirasida elektr motorlarning ishlash parametrlarini real vaqtda monitoring qilish imkonini beruvchi IoT texnologiyalariga asoslangan tizim ishlab chiqildi. Tadqiqot quyidagi asosiy xulosalarni berdi:

1. NodeMCU ESP8266 platformasi yordamida real vaqtli monitoring tizimi muvaffaqiyatli qurildi va dasturiy jihatdan sozlandi.
2. DS18B20, ACS712 va MPU6050 sensorlari orqali harorat, tok kuchi va vibratsiya parametrlarini uzluksiz tarzda o‘lchash imkoniyati yaratildi.
3. Ma’lumotlar Python dasturlash tili yordamida qayta ishlanib, real vaqtli grafik ko‘rinishda tasvirlandi hamda tahlil qilindi.
4. Tizimda o‘rnatilgan avtomatik tahlil va ogohlantirish mexanizmi orqali xavfli holatlarni oldindan aniqlash va operatorni ogohlantirish funksiyasi joriy qilindi.
5. Tizim avtomobil ishlab chiqarish sexidagi katta elektr motorlar faoliyatini kuzatishda amaliyotda muvaffaqiyatli sinovdan o‘tkazildi va ishlab chiqarishdagi uzilishlarni kamaytirishga yordam berdi.

ADABIYOTLAR:

1. A. Miorandi et al. “Internet of Things: Vision, Applications and Research Challenges”, Ad Hoc Networks, 2012.
2. Krishnamurthy, R. (2020). “Smart Factory Implementation Using IoT.” International Journal of Engineering Research & Technology. issue 1/7 p. 312-321.

ISSN 3030-3907

3. Banzi, M., & Shiloh, M. (2014). Getting Started with Arduino. Maker Media, Inc.
4. Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). “Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications.” IEEE Communications Surveys & Tutorials. Issue 5. p. 138-142
5. Patel P. D., “Smart Monitoring of Industrial Motors using IoT”, IJERT, Vol. 5, 2016 p. 145-156.
6. Kumar G. S., “Low-Cost IoT Based Industrial Motor Monitoring System”, IEEE Conf., 2018 p. 213-220.
7. Lee J., Kim S., “AI-based Predictive Maintenance for Motor Fault Detection”, Sensors Journal, 2020.
8. Smith S. R., “Integrating SCADA and IoT in Industrial Monitoring”, Automation Journal, 2021 p. 35-41.
9. https://nodemcu.readthedocs.io
10. https://www.python.org

ISSN 3030-3907