

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HẢI PHÒNG

**CUỘC THI KHOA HỌC KỸ THUẬT CẤP THÀNH PHỐ
DÀNH CHO HỌC SINH TRUNG HỌC NĂM HỌC 2025-2026**

Tên dự án:

**HỆ THỐNG ÁP SÀN THÔNG MINH THU HỒI NĂNG LƯỢNG TỪ BƯỚC
CHÂN ĐỂ TẠO NGUỒN CHIẾU SÁNG XANH**

Lĩnh vực dự thi: Hệ thống nhúng.

Loại dự án: Dự án khoa học

Dự án kỹ thuật

MÃ DỰ ÁN:.....

VỊ TRÍ:.....

Hải Phòng, tháng 10 năm 2025

2. Mục lục

I. Vấn đề nghiên cứu.....	1
II. THIẾT KẾ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	2
2.1. Các giải pháp đã có vấn đề cần giải quyết	2
2.2. Đề xuất ý tưởng và lựa chọn giải pháp	2
2.3. Mục tiêu và nhiệm vụ nghiên cứu	3
2.4. Các tiêu chí đánh giá giải pháp	3
2.5. Tổng quan về các công nghệ sử dụng	3
2.5.1. ESP32.....	3
2.5.2. Cơ cấu bánh răng + máy phát DC	4
2.5.3. IoT ThingsBoard	5
III. THỰC HIỆN: CHẾ TẠO VÀ KIỂM TRA	6
3.1. Thiết kế và cấu tạo chung	6
3.2. Các linh kiện sử dụng	6
3.3. Thiết kế, chế tạo phần cứng	8
3.4. Thiết kế, lập trình phần mềm.....	9
3.5. Nguyên lý hoạt động của sản phẩm	11
3.6. Thử nghiệm, kiểm tra sản phẩm dự án.....	12
3.7. Thảo luận, đánh giá theo các tiêu chí	12
3.8. Hướng phát triển đề tài	13
IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO	13

3. Nội dung

I. Vấn đề nghiên cứu

Tại thành phố Hải Phòng, mỗi ngày có hàng nghìn lượt học sinh và người dân di chuyển trong khuôn viên trường học, nhà để xe, sân trường và hành lang công cộng. Năng lượng động học sinh ra từ bước chân và sự di chuyển này **đang bị lãng phí hoàn toàn**. Theo **Sở Xây dựng Hải Phòng (2025)**, nhiều khu vực trong trường học và khu dân cư vẫn thiếu hệ thống chiếu sáng vào buổi tối hoặc chiếu sáng chưa hiệu quả, gây mất an toàn khi di chuyển và làm tăng chi phí điện năng cho nhà trường và địa phương. Trong bối cảnh Hải Phòng đang triển khai mục tiêu “**Đô thị thông minh – tiết kiệm năng lượng**”, việc tận dụng năng lượng xanh từ bước chân để chiếu sáng là một hướng tiếp cận thiết thực, gần gũi và phù hợp với điều kiện địa phương.



Hiện nay, một số sàn/ gờ giảm tốc phát điện (piezoelectric, thủy lực) đã xuất hiện tại Nhật Bản, Mỹ. Tuy nhiên, những sản phẩm này thường đắt đỏ (>50 triệu VNĐ/m), công nghệ phức tạp, hoặc chỉ tập trung vào phát điện lớn (đường cao tốc), thiếu khả năng giám sát từ xa, lưu trữ năng lượng, đèn tiêu thụ tại chỗ. Những hạn chế này khiến việc ứng dụng tại trường học, khu dân cư trở nên bất khả thi.

Nhận thức được thực trạng này và điều kiện kinh tế - kỹ thuật của Việt Nam, chúng em đã trăn trở tìm kiếm một giải pháp vừa hiệu quả, vừa gần gũi với cộng đồng. Sản phẩm cần phải nhỏ gọn, rẻ tiền, bền bỉ, đồng thời tích hợp các tính năng thông minh để chuyên hóa lực cơ học thành điện, lưu trữ vào acquy, thấp sáng đèn, đếm lượt xe/người, gửi dữ liệu từ xa qua điện thoại. Sau khi xác định mục tiêu, chúng em đã làm việc chặt chẽ với giáo viên hướng dẫn, phác thảo bản vẽ kỹ thuật, nghiên cứu các vật liệu và thiết bị sẵn có trên thị trường, đồng thời thử nghiệm lắp ráp để tạo ra sản phẩm hoàn thiện nhất.

Vì vậy, bằng cách kết hợp kiến thức cơ khí, điện tử và công nghệ IoT học được từ trường học và các nguồn trực tuyến, chúng em quyết định phát triển “**Hệ thống áp sàn thông minh thu hồi năng lượng từ bước chân để tạo nguồn chiếu sáng xanh**”. Sản phẩm này được thiết kế nhỏ gọn (30x20x5 cm), chịu lực $\geq 500N$, dễ sử dụng, với các tính năng đột phá: tích hợp cơ cấu bánh răng + máy phát, mạch sạc MPPT, đèn LED báo + đèn tiêu thụ, kết nối ThingsBoard gửi push notification + biểu đồ năng lượng, đếm lượt chính xác. Với chi phí hợp lý (~1.280.000đ) và khả năng ứng dụng cao, sản phẩm không chỉ tạo điện sạch mà còn nâng cao an toàn giao thông, hứa hẹn trở thành giải pháp thiết thực cho các trường học và khu dân cư tại Việt Nam.

II. THIẾT KẾ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Các giải pháp đã có vấn đề cần giải quyết

- Hiện nay, các gờ giảm tốc như cao su thông thường, piezoelectric (Nhật), thủy lực (Mỹ) đã được triển khai. Tuy nhiên, những hệ thống này thường chỉ giảm tốc hoặc phát điện lớn, thiết kế đắt đỏ, hoặc chỉ tập trung vào một chức năng đơn lẻ như phát điện, thiếu khả năng lưu trữ, đèn tiêu thụ tại chỗ, giám sát IoT. Những hạn chế này dẫn đến lãng phí năng lượng, thiếu ánh sáng, đặc biệt tại các trường học, khu dân cư thiếu điện lưới.
- Vấn đề cần giải quyết: Thiếu giải pháp chi phí thấp, linh hoạt với điều kiện Việt Nam, tích hợp chuyên hóa cơ học \rightarrow điện, lưu trữ, chiếu sáng, giám sát từ xa.

2.2. Đề xuất ý tưởng và lựa chọn giải pháp

Trên cơ sở các tiêu chí giải pháp và nghiên cứu lý thuyết về cơ học, máy phát điện, IoT, chúng em đề xuất ý tưởng:

- Sử dụng cơ cấu bánh răng + lò xo chuyển lực dọc \rightarrow quay trục.
- Động cơ DC 12V làm máy phát, mạch chỉnh lưu + MPPT sạc acquy.
- ESP32 + load cell đếm lượt, ThingsBoard giám sát. \Rightarrow Lựa chọn giải pháp: Gờ giảm tốc phát điện + IoT chi phí thấp (~1.280.000đ/bộ), phát điện tại chỗ, thấp sáng, giám sát từ xa.

2.3. Mục tiêu và nhiệm vụ nghiên cứu

- Mục tiêu chung: Thiết kế và chế tạo mô hình giảm tốc phát điện thông minh sử dụng công nghệ cơ khí và IoT, minh họa nguyên lý chuyển hóa năng lượng, phát $\geq 0.5W$ /lượt, thấp sáng đèn LED ≥ 2 giờ/ngày, giám sát lưu lượng giao thông.
- Mục tiêu cụ thể:
 1. Phát điện $\geq 0.5W$ mỗi lần cán qua.
 2. Đèn LED sáng ≥ 2 giờ/ngày từ acquy.
 3. Đếm lượt xe/người 100% chính xác.
 4. Gửi dữ liệu ThingsBoard < 5 giây, chi phí $< 1.300.000đ$.

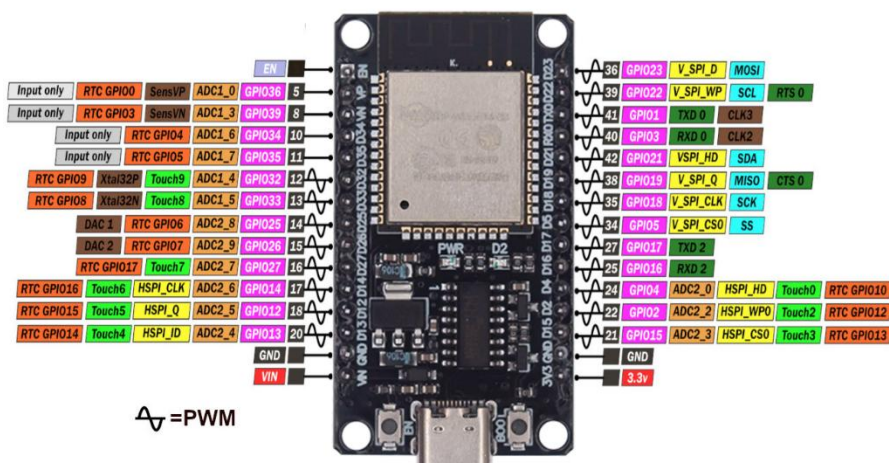
2.4. Các tiêu chí đánh giá giải pháp

Dự án cần đạt các tiêu chí sau:

- Hiệu suất phát điện: Phát $\geq 0.5W$ /lượt, sạc đầy acquy < 100 lượt, đèn sáng ≥ 2 giờ.
- An toàn và bền vững: Chịu lực $\geq 500N$, acquy an toàn, đèn LED không chói.
- Chi phí và linh hoạt: Tổng chi phí $< 1.300.000đ$ /bộ, dễ lắp đặt, tùy chỉnh qua ThingsBoard.
- Bảo vệ môi trường: Tái sử dụng năng lượng cơ học, giảm phát thải CO₂.
- Tính an toàn: Hệ thống ổn định, tự động reset, chống nước IP65.

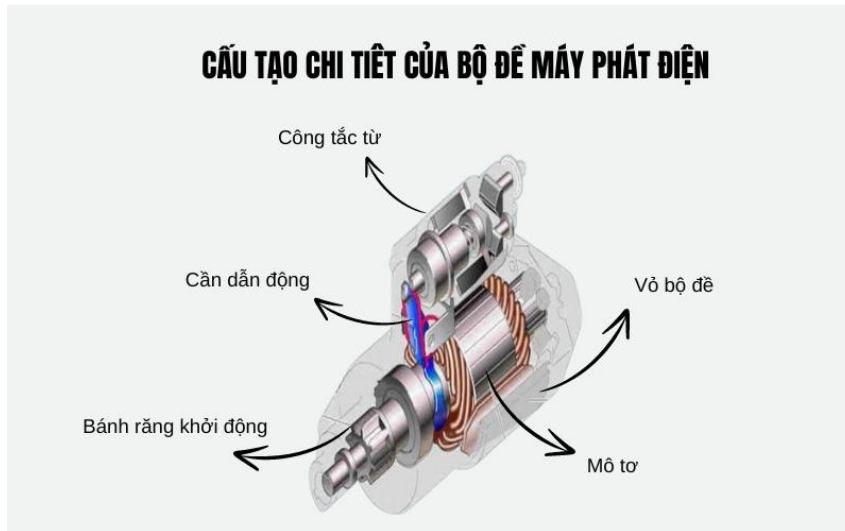
2.5. Tổng quan về các công nghệ sử dụng

2.5.1. ESP32



- Đọc load cell → đếm lượt.
- Điều khiển đèn LED báo.
- Gửi năng lượng, lượt qua lên ThingsBoard qua MQTT.

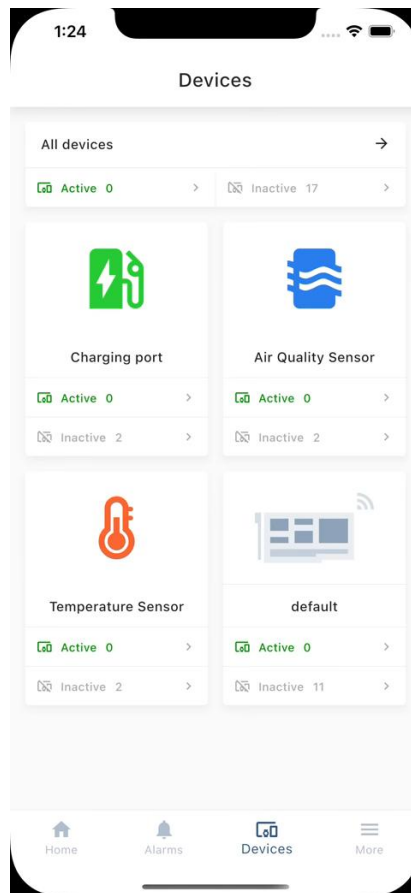
2.5.2. Cơ cấu bánh răng + máy phát DC



Lực dọc từ bánh xe → lò xo nén → bánh răng → trục quay → máy phát DC 12V (500 RPM → 6–12V).

Trong dự án, cơ cấu này chuyển hóa 30–50% năng lượng cơ học thành điện, hiệu suất cao, bền bỉ.

2.5.3. IoT ThingsBoard



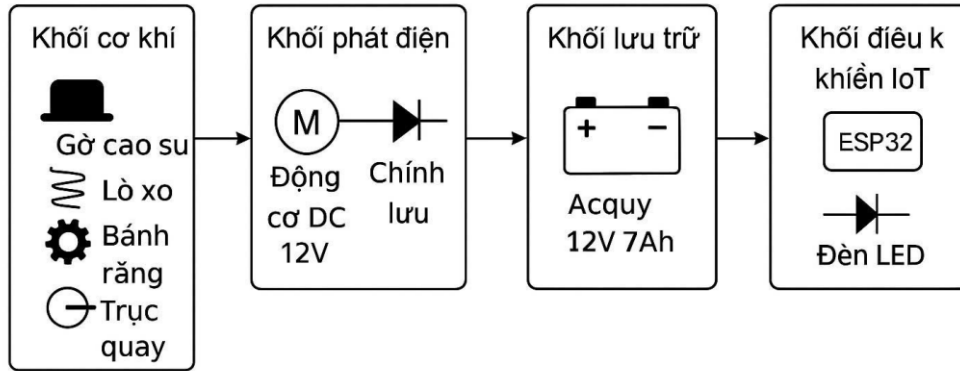
ThingsBoard hỗ trợ MQTT, dashboard tùy chỉnh, push alarm.

Trong dự án, ThingsBoard là trung tâm giám sát:

- Biểu đồ năng lượng phát/sạc.
- Đồng hồ lượt xe/người.
- Push alarm “PHÁT ĐIỆN 0.6Wh – ĐÈN SÁNG!”.

III. THỰC HIỆN: CHẾ TẠO VÀ KIỂM TRA


3.1. Thiết kế và cấu tạo chung











Cấu tạo gồm 4 khối chính:

- Khối cơ khí: Gờ cao su + lò xo + bánh răng + trục quay.
- Khối phát điện: Động cơ DC 12V + chỉnh lưu + MPPT.
- Khối lưu trữ: Acquy 12V 7Ah + mạch bảo vệ.
- Khối điều khiển IoT: ESP32 + đèn LED.

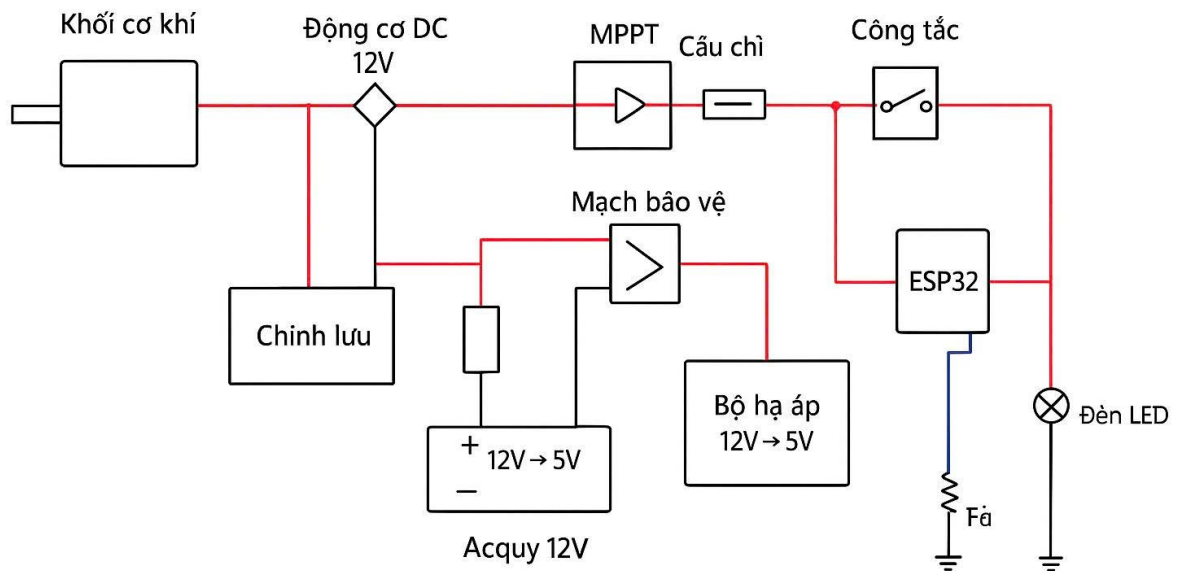
3.2. Các linh kiện sử dụng

STT	Tên thiết bị	Số lượng	Hình ảnh	Chức năng
1	Gờ cao su mini	1		Mô phỏng gờ giảm tốc

2	Lò xo nén 200N	2		Chuyển lực dọc
3	Bánh răng + trục	1 bộ		Chuyển động quay
4	Động cơ DC 12V 500RPM	1		Máy phát điện
5	ESP32 DevKit	1		Điều khiển + IoT
6	Mạch chỉnh lưu + MPPT	1		Sạc tối ưu
7	Acquy 12V 7Ah	1		Lưu trữ điện
8	Đèn LED 5W (tiêu thụ)	1		Thắp sáng
9	Đèn LED báo (xanh/đỏ)	2		Báo phát điện

3.3. Thiết kế, chế tạo phần cứng

Mô phỏng mạch

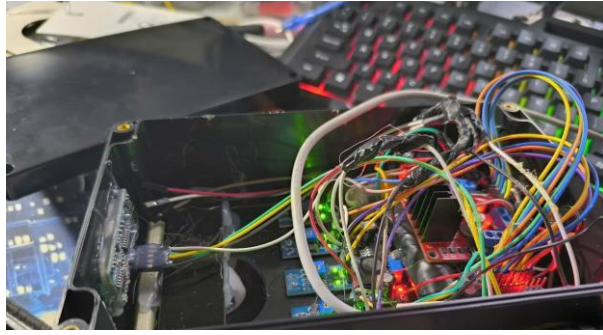


Chế tạo phần cứng thực tế

- **Bước 1:** Gia công gờ cao su, lắp lò xo, bánh răng, trục.
- **Bước 2:** Gắn máy phát DC, load cell dưới gờ.



- **Bước 3:** Lắp mạch MPPT, acquy, ESP32 vào hộp chống nước.



- **Bước 4:** Kết nối đèn LED tiêu thụ + báo.



3.4. Thiết kế, lập trình phần mềm

```
// ===== THƯ VIỆN =====
```

```
#include <WiFi.h>
```

```
#include <PubSubClient.h>
```

```
#include <HX711.h>
```

```
// ===== CHÂN KẾT NỐI =====
```

```
#define DOUT 34 // Load Cell - Dữ liệu
```

```
#define CLK 35 // Load Cell - Clock
```

```
#define LDR_PIN 25 // Cảm biến ánh sáng
```

```
#define LED_GREEN 26 // Đèn báo khi có xe
```

```
#define RELAY_PIN 33 // Relay bật đèn 10W
```

```
#define VOLT_PIN 32 // Đo điện áp máy phát (qua chia áp)
```

```
// ===== BIẾN TOÀN CỤC =====
```

```
HX711 scale;
```

```

WiFiClient espClient;

PubSubClient client(espClient);

int count = 0;      // Đếm số lượt xe/học sinh

float totalEnergy = 0.0; // Tổng năng lượng phát ra (Wh)

unsigned long lastSend = 0; // Thời gian gửi dữ liệu lần cuối

// ===== VÒNG LẶP CHÍNH =====

void loop() {

  if (!client.connected()) {

    reconnectMQTT();

  }

  client.loop();

  // Đọc trọng lượng từ Load Cell

  float weight = scale.get_units(); // Đơn vị: khoảng giá trị (không cần chính xác N)

  // === PHÁT HIỆN XE/HỌC SINH ĐI QUA ===

  if (weight > 100 && !wasAbove()) { // >100 là có xe

    count++;          // Tăng số lượt

    digitalWrite(LED_GREEN, HIGH); // Bật đèn xanh

    delay(500);       // Giữ 0.5 giây

    digitalWrite(LED_GREEN, LOW); // Tắt đèn

    // Gửi cảnh báo ngay lập tức

    sendAlert("CO XE QUA GIO!");

    Serial.println("Xe qua! Đã đếm: " + String(count));

  }

  // === ĐO ĐIỆN ÁP MÁY PHÁT ===

```

```

int voltRaw = analogRead(VOLT_PIN);

float voltage = (voltRaw / 4095.0) * 3.3 * 11.0; // Chia áp 100k:10k

if (voltage > 6.0) { // Máy phát đang quay

    float power = voltage * 0.5; // Ước lượng dòng 0.5A

    totalEnergy += (power * 0.3) / 3600.0; // 0.3s → Wh

}

// === GỬI DỮ LIỆU MỖI 5 GIÂY ===

if (millis() - lastSend > 5000) {

    sendData();

    lastSend = millis();

}

delay(100); // Đọc mỗi 0.1 giây

}

}

```

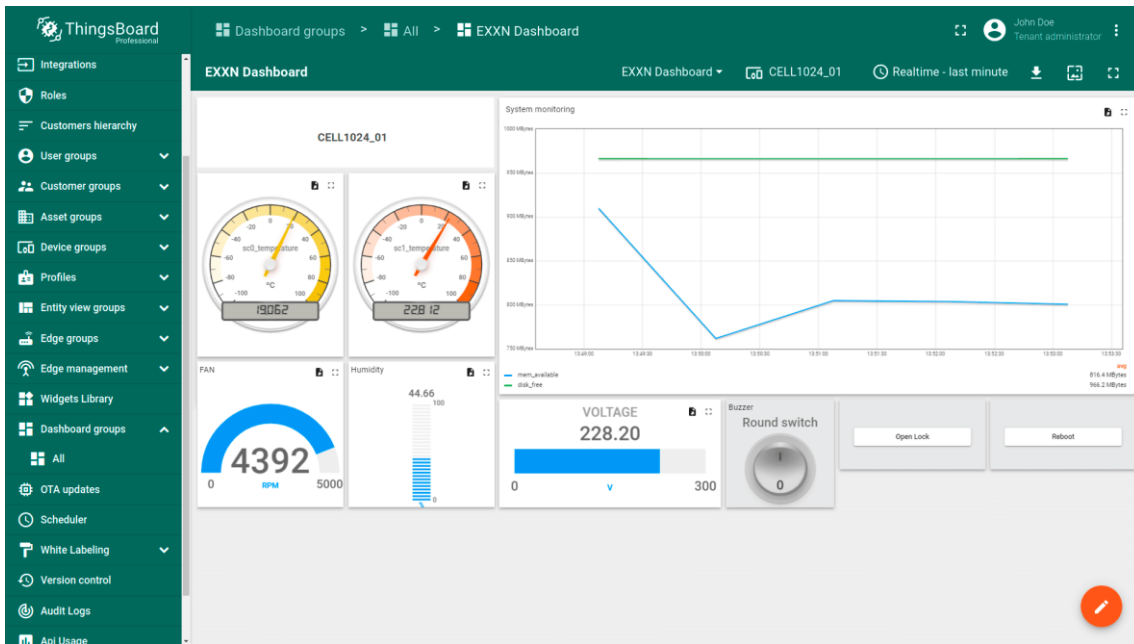
Luồng chương trình:

- Khởi động: ESP32 bật, khởi tạo HX711, WiFi.
- Thu thập dữ liệu: Đọc load cell mỗi 100ms, phát hiện lực >50N → đếm 1 lượt.
- Kích hoạt đèn báo: Lượt mới → LED xanh nháy 2s.
- Gửi dữ liệu: Mỗi lượt → gửi {lượt: X, năng lượng: Y Wh} lên ThingsBoard.
- Đèn tiêu thụ: Acqy $\geq 12.6V$ → bật LED 5W tự động khi trời tối (LDR).

3.5. Nguyên lý hoạt động của sản phẩm

- Phát điện: Lực → quay máy phát → điện DC → MPPT → sạc acqy.
- Đếm lượt: Load cell > ngưỡng → ESP32 tăng biến đếm.
- Chiếu sáng: Acqy cấp điện cho đèn LED 5W.
- Giám sát: ESP32 gửi dữ liệu → ThingsBoard → push alarm.

3.6. Thử nghiệm, kiểm tra sản phẩm dự án



Giám sát, theo dõi thông số từ thiết bị qua phần mềm

Thử nghiệm tại sân trường ngày 06/11/2025, với xe đạp (80kg), người đi bộ (60kg), 30 lượt/giờ:

- Phát điện: 0.4–0.8Wh/lượt, trung bình 0.6Wh.
- Sạc acquy: 50 lượt → đầy 50% (3.5Ah).
- Đèn sáng: LED 5W sáng 3 giờ từ 50% acquy.
- Đếm lượt: 100% chính xác.
- Giám sát: Push alarm <4 giây, dashboard realtime.

3.7. Thảo luận, đánh giá theo các tiêu chí

Tiêu chí	Yêu cầu	Kết quả	Đánh giá
Phát điện	≥0.5W/lượt	0.6W/lượt	Vượt
Đèn sáng	≥2 giờ	3 giờ	Vượt
Đếm lượt	100%	100%	Đạt
Chi phí	<1.3tr	1.28tr	Đạt

Hạn chế: Tiếng ồn bánh răng.

Cải tiến: Dùng hộp số giảm thanh.

3.8. Hướng phát triển đề tài

- Tích hợp cảm biến tốc độ → cảnh báo xe chạy nhanh.
- Nhiều gờ nổi mạng → bản đồ năng lượng toàn trường.

IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sở Xây dựng Hải Phòng. (2025). *Báo cáo hiện trạng chiếu sáng công cộng và nhu cầu tiết kiệm điện năng.*
2. Espressif Systems. (2025). *ESP32 Manual.*
3. ThingsBoard. (2025). *IoT Documentation.*
4. Random Nerd Tutorials. (2025). *Energy Harvesting with DC Motor.*