

Tài liệu Yêu cầu Kỹ thuật (Technical Requirements Document)

Dự án: Đồng hồ Kỹ thuật số

Ngày: 18/09/2025

TN01 – Nhóm 2

Mục lục

Giới thiệu và Tổng quan ..... 1

Yêu cầu Hệ thống (System Requirements) ..... 1

Yêu cầu Hệ thống con (Subsystem Requirements) ..... 2

Yêu cầu Phần cứng (Hardware Component Requirements) ..... 4

Yêu cầu Phần mềm (Software Requirements)..... 6

TEST PLAN ..... 8

BLOCK DIGRAM..... 11

Giới thiệu và Tổng quan

**Mục đích:** Tài liệu này xác định các yêu cầu chức năng và phi chức năng cho hệ thống "Đồng hồ Kỹ thuật số". Hệ thống là một đồng hồ để bàn thông minh, được cá nhân hóa với giao diện hoạt họa và các tính năng kết nối hiện đại.

**Phạm vi:** Tài liệu này bao gồm các yêu cầu về phần cứng, phần mềm, giao diện người dùng, hiệu năng, và các ràng buộc vật lý của hệ thống.

Yêu cầu Hệ thống (System Requirements)

- 1. Đồng hồ số phải hiển thị chính xác thời gian hiện tại theo định dạng 12 giờ với đồng bộ tự động.
- 2. Đồng hồ số phải có màn hình đồ họa có khả năng hiển thị hoạt hình và các chỉ báo trạng thái.
- 3. Đồng hồ số phải hỗ trợ kết nối Wi-Fi để đồng bộ hóa và tương tác với ứng dụng đi kèm.
- 4. Đồng hồ số phải có các nút vật lý cho các thao tác cơ bản như báo thức, hiển thị và điều chỉnh độ sáng.
- 5. Đồng hồ số phải tích hợp với lịch và thông báo sự kiện thông qua ứng dụng đi kèm.
- 6. Đồng hồ số phải có chức năng báo thức với cảnh báo bằng âm thanh và hình ảnh.
- 7. Đồng hồ số phải hoạt động hiệu quả với nguồn điện cung cấp qua cáp USB.
- 8. Đồng hồ số phải có thiết kế nhỏ gọn, bền và thân thiện với người dùng.

9. Đồng hồ số phải bao gồm phần mềm và firmware trực quan, dễ sử dụng cho người mới.

## Yêu cầu Hệ thống con (Subsystem Requirements)

### 1. **Hiển thị thời gian chính xác theo định dạng 12 giờ với đồng bộ tự động**

- **SR1-1:** Hệ thống thời gian phải duy trì độ chính xác của đồng hồ với sai số tối đa là  $\pm 1$  phút/năm khi không có kết nối mạng.
- **SR1-2:** Hệ thống đồng bộ thời gian tự động phải cập nhật thời gian chính xác qua wifi.

### 2. **Màn hình đồ họa hiển thị hoạt hình và chỉ báo trạng thái**

- **SR2-1:** UI Subsystem (Hệ thống phụ Giao diện người dùng) phải hỗ trợ hiển thị hình ảnh pixel art với độ phân giải tối thiểu 32x32 pixel.
- **SR2-2:** UI Subsystem phải có khả năng hiển thị hoạt hình "mắt robot" với tốc độ khung hình tối thiểu 24 FPS.
- **SR2-3:** Hệ thống chỉ báo trạng thái phải cập nhật và hiển thị trạng thái kết nối Wi-Fi và Bluetooth trong vòng 3 giây kể từ khi thay đổi trạng thái.

### 3. **Hỗ trợ kết nối Wi-Fi cho đồng bộ hóa và tương tác ứng dụng**

- **SR3-1:** Network Subsystem phải sử dụng mô-đun Wi-Fi và hỗ trợ các giao thức bảo mật.
- **SR3-2:** Network Subsystem phải hoàn tất quá trình kết nối tới mạng Wi-Fi đã lưu trong vòng không quá 10 giây.
- **SR3-3:** Đồng bộ hóa dữ liệu thời gian, lịch và thông báo từ ứng dụng di động trong vòng không quá 5 giây sau khi có yêu cầu.

### 4. **Các nút vật lý cho thao tác cơ bản (báo thức, hiển thị, độ sáng)**

- **SR4-1:** Input Subsystem phải nhận diện tín hiệu từ các nút vật lý và thực hiện lệnh tương ứng trong vòng 500ms.
- **SR4-2:** Input Subsystem phải hỗ trợ ít nhất 3 nút vật lý với các chức năng độc lập: Báo thức/Báo lại, Hiển thị thời gian và Điều chỉnh độ sáng.

## 5. Tích hợp lịch và thông báo sự kiện qua ứng dụng

- **SR5-1:** Hệ thống cần truy xuất dữ liệu từ Lịch Google và cập nhật sự kiện trong vòng 10 phút một lần.
- **SR5-2:** Hệ thống phải hiển thị thông báo sự kiện sắp tới trong khoảng thời gian 15 giây và có thể tắt qua app.

## 6. Chức năng báo thức với cảnh báo âm thanh và hình ảnh

- **SR6-1:** Hệ thống báo thức phải kích hoạt cảnh báo âm thanh với cường độ tối thiểu 70 dB ở khoảng cách 1 mét.
- **SR6-2:** Hệ thống báo thức phải hiển thị cảnh báo bằng đồ họa (ví dụ: thay đổi biểu cảm mặt robot) đồng thời với âm thanh.

## 7. Hoạt động hiệu quả với nguồn điện USB

- **SR7-1:** Nguồn cấp ổn định 5V và dòng điện tối thiểu 500mA qua cổng USB.
- **SR7-2:** Thiết bị phải bao gồm cơ chế bảo vệ quá áp và quá dòng để đảm bảo an toàn cho thiết bị.
- **SR7-3:** Mức tiêu thụ điện năng tối đa của hệ thống chế độ chờ không được vượt quá 500 mW.
- **SR7-4:** Trong trường hợp mất điện, hệ thống phải duy trì hoạt động từ Pin trong tối thiểu 2 ngày ở chế độ chờ.

## 8. Thiết kế nhỏ gọn, bền và thân thiện với người dùng

- **SR8-1:** Phần cơ khí phải có kích thước tối đa là 15cm x 10cm x 10cm.
- **SR8-2:** Vỏ thiết bị phải có khả năng chống bụi và nước cơ bản.
- **SR8-3:** Trọng lượng tối đa của thiết bị không được vượt quá 500g.

## 9. Phần mềm và firmware trực quan, dễ sử dụng cho người mới

- **SR9-1:** UI và Application Subsystem phải được thiết kế để người dùng có thể hoàn thành việc thiết lập ban đầu và kết nối Wi-Fi trong vòng không quá 5 phút.
- **SR9-2:** Hướng dẫn sử dụng và các tài liệu trực tuyến (tutorial) phải cung cấp đầy đủ thông tin để người dùng có thể sử dụng tất cả các chức năng cơ bản của đồng hồ.

# Yêu cầu Phần cứng (Hardware Component Requirements)

## 1. Hiển thị thời gian chính xác theo định dạng 12 giờ với đồng bộ tự động

- **HW1-1:** Bộ Vi Xử Lý phải tích hợp RTC với độ chính xác tối thiểu  $\pm 10$  ppm để đảm bảo sai số không quá  $\pm 1$  phút/năm.
- **HW1-2:** Module Wi-Fi kết nối mạng để có thể đồng bộ dữ liệu qua Google Calendar, App và Sever.
- **HW1-3:** Nguồn cấp ổn định cho RTC phải đảm bảo hoạt động liên tục với sai số điện áp tối đa  $\pm 5\%$  để duy trì độ chính xác.

## 2. Màn hình đồ họa hiển thị hoạt hình và chỉ báo trạng thái

- **HW2-1:** Màn hình OLED đồ họa phải có độ phân giải tối thiểu 32x32 pixel kích thước tối thiểu 8x8x14.
- **HW2-2:** MCU phải có đủ năng lực xử lý để hiển thị hoạt hình "mắt robot" với tốc độ tối thiểu 24 khung hình/giây (FPS).
- **HW2-3:** Màn hình phải hỗ trợ điều chỉnh độ sáng với ít nhất 3 mức (thấp, trung bình, cao).

## 3. Hỗ trợ kết nối Wi-Fi cho đồng bộ hóa và tương tác ứng dụng

- **HW3-1:** Module Wi-Fi phải tương thích với chuẩn IEEE 802.11 b/g/n ở băng tần 2.4 GHz.
- **HW3-2:** MCU phải có giao thức để giao tiếp với module Wi-Fi với tốc độ truyền tối thiểu 1 Mbps.
- **HW3-3:** Module Wi-Fi phải hỗ trợ các giao thức bảo mật.

## 4. Các nút vật lý cho thao tác cơ bản (báo thức, hiển thị, độ sáng)

- **HW4-1:** Hệ thống nút bấm phải bao gồm tối thiểu 3 nút (ví dụ: Chế độ, Tăng, Giảm) có tuổi thọ tối thiểu 100.000 lần bấm.
- **HW4-2:** Mạch giải mã tín hiệu nút bấm phải nhận và xử lý tín hiệu trong vòng 500ms để tránh độ trễ.

## 5. Tích hợp lịch và thông báo sự kiện qua ứng dụng

- **HW5-1:** Module Wi-Fi phải duy trì kết nối ổn định để truyền dữ liệu sự kiện lịch từ ứng dụng.
- **HW5-2:** Màn hình hiển thị phải có khả năng hiển thị thông báo sự kiện trong ít nhất 15 giây trước khi trở về chế độ mặc định.

#### 6. Chức năng báo thức với cảnh báo âm thanh và hình ảnh

- **HW6-1:** Loa hoặc buzzer phải tạo ra âm thanh báo thức với cường độ tối thiểu 70 dB ở khoảng cách 1 mét.
- **HW6-2:** Màn hình hiển thị phải kích hoạt cảnh báo hình ảnh (ví dụ: nhấp nháy, thay đổi biểu cảm) đồng thời với âm thanh.

#### 7. Hoạt động hiệu quả với nguồn điện USB

- **HW7-1:** Bộ chuyển đổi nguồn phải cung cấp điện áp ổn định 5V DC với sai số tối đa  $\pm 5\%$  từ nguồn USB.
- **HW7-2:** Mạch bảo vệ phải có khả năng tự động ngắt nguồn khi phát hiện quá áp trên 5.5V hoặc quá dòng trên 500mA.

#### 8. Thiết kế nhỏ gọn, bền và thân thiện với người dùng

- **HW8-1:** Vỏ nhựa/kim loại phải chịu được rơi từ độ cao 1 mét lên bề mặt cứng mà không bị vỡ hoặc hư hỏng chức năng.
- **HW8-2:** PCB (Bảng mạch) phải có kích thước tối ưu để lắp vừa trong vỏ thiết bị với khoảng không gian trống tối đa 10% tổng thể tích vỏ.
- **HW8-3:** Thiết bị phải có trọng lượng không quá 500g.

# Yêu cầu Phần mềm (Software Requirements)

## 1. Hiển thị thời gian chính xác theo định dạng 12 giờ với đồng bộ tự động

- **SW-TIME-1:** Phần mềm phải hỗ trợ định dạng thời gian 12 giờ (HH:MM) với chỉ báo AM/PM.
- **SW-TIME-2:** Firmware phải khởi tạo và duy trì kết nối máy chủ thời gian thực để đồng bộ thời gian ban đầu và sau đó định kỳ mỗi 12 giờ.
- **SW-TIME-3:** Firmware phải có khả năng lưu trữ thời gian đã đồng bộ vào bộ nhớ không bay hơi để duy trì thời gian chính xác trong trường hợp mất điện đột ngột.

## 2. Màn hình đồ họa hiển thị hoạt hình và chỉ báo trạng thái

- **SW-UI-1:** Firmware phải có khả năng render và chạy hoạt hình "mắt robot" với tốc độ tối thiểu 24 khung hình/giây (FPS) mà không bị giật.
- **SW-UI-2:** Firmware phải sử dụng một UI API/Library để vẽ các hình ảnh, văn bản và hoạt hình với dung lượng bộ nhớ sử dụng tối đa 75% dung lượng RAM khả dụng của MCU.
- **SW-UI-3:** Giao diện người dùng phải hiển thị các chỉ báo trạng thái kết nối Wi-Fi và Bluetooth trong vòng 3 giây kể từ khi trạng thái kết nối thay đổi.

## 3. Hỗ trợ kết nối Wi-Fi cho đồng bộ hóa và tương tác ứng dụng

- **SW-NET-1:** Firmware phải quản lý kết nối Wi-Fi 2.4 GHz, bao gồm việc quét mạng, kết nối, và tự động kết nối lại sau khi mất kết nối.
- **SW-NET-2:** Firmware phải hỗ trợ các giao thức bảo mật Wi-Fi để đảm bảo an toàn dữ liệu.
- **SW-NET-3:** Firmware phải đồng bộ với ứng dụng di động để gửi các lệnh và dữ liệu (như cài đặt báo thức, sự kiện lịch, v.v.).

#### 4. Các nút vật lý cho thao tác cơ bản (báo thức, hiển thị, độ sáng)

- **SW-INPUT-1:** Firmware phải đọc và xử lý trạng thái của các nút vật lý trong vòng 500ms kể từ khi nút được nhấn.
- **SW-INPUT-2:** Firmware phải bao gồm thuật toán loại bỏ tín hiệu nhiễu từ nút bấm, đảm bảo một lần nhấn chỉ được tính là một hành động duy nhất.

#### 5. Tích hợp lịch và thông báo sự kiện qua ứng dụng

- **SW-CAL-1:** Firmware phải xử lý dữ liệu sự kiện lịch nhận được từ ứng dụng di động và lưu trữ cục bộ tối đa 10 sự kiện sắp tới.
- **SW-CAL-2:** Firmware phải có khả năng đồng bộ dữ liệu lịch với ứng dụng di động theo yêu cầu của người dùng, hoàn tất quá trình đồng bộ trong vòng 5 giây.
- **SW-CAL-3:** Firmware phải kích hoạt hiển thị thông báo sự kiện trên màn hình khi một sự kiện sắp diễn ra trong vòng 15 phút.

#### 6. Chức năng báo thức với cảnh báo âm thanh và hình ảnh

- **SW-ALARM-1:** Firmware phải quản lý 5 thời gian báo thức có thể lưu trữ và cho phép bật/tắt từng báo thức một cách độc lập.
- **SW-ALARM-2:** Firmware phải kích hoạt âm thanh báo thức trong vòng 1 giây kể từ khi đến giờ báo thức.
- **SW-ALARM-3:** Firmware phải hiển thị hoạt hình cảnh báo báo thức đồng thời với âm thanh.
- **SW-ALARM-4:** Nút "Báo lại" (Snooze) phải tạm dừng báo thức trong 5 phút khi được nhấn.

#### 7. Hoạt động hiệu quả với nguồn điện USB

- **SW-POWER-1:** Firmware phải có chế độ tiết kiệm năng lượng để giảm mức tiêu thụ điện năng tối đa xuống dưới 500 mW khi màn hình hiển thị hoạt hình mắt robot ở độ sáng thấp.
- **SW-POWER-2:** Firmware phải giám sát trạng thái nguồn điện và tự động tắt màn hình nếu phát hiện nguồn cấp không ổn định trong hơn 3 giây.

## 8. Phần mềm và firmware trực quan, dễ sử dụng cho người mới

- **SW-UX-1:** Quy trình thiết lập ban đầu (kết nối Wi-Fi, cài đặt ứng dụng) phải được hoàn thành bởi người dùng lần đầu trong vòng 5 phút theo hướng dẫn.
- **SW-UX.2:** Firmware phải hiển thị các icon và văn bản minh họa cho các chức năng cơ bản một cách rõ ràng, dễ hiểu.
- **SW-UX.3:** Phần mềm ứng dụng đi kèm phải cho phép người dùng đồng bộ dữ liệu và cài đặt báo thức chỉ trong 3 bước hoặc ít hơn.

## TEST PLAN

Test ID	Requirement Ids	Các Bước Thực Hiện	Tiêu Chí Thành Công
TP-TIME-1	SYS-1, SR1-1, SR1-2, HW1-1, HW1-2, HW1-3, SW-TIME-1, SW-TIME-2, SW-TIME-3	1. Kết nối Wi-Fi đến server thời gian thực/Google Calendar.	- Định dạng 12h (HH:MM AM/PM) chính xác.
		2. Ngắt Wi-Fi, chạy test trong 7 tuần	- Sai số $\pm 10$ ppm RTC, điện áp RTC $\leq \pm 5\%$ .
		3. Mất điện đột ngột, khôi phục và so sánh thời gian chuẩn.	- Đồng bộ tự động ban đầu và mỗi 12h qua Wi-Fi.
		4. Đo ppm RTC và điện áp nguồn.	- Duy trì thời gian tối thiểu 48h ở chế độ chờ, không kết nối wifi
TP-UI-1	SYS-2, SR2-1, SR2-2, HW2-1, HW2-2, HW2-3, SW-UI-1, SW-UI-2	1. Kiểm tra pixel art 32x32 và hoạt hình mắt robot.	- Hiển thị $\geq 32 \times 32$ pixel, kích thước màn hình $\leq 8 \times 8 \times 14$ mm.
		2. Đo FPS bằng tool (e.g., oscilloscope).	- Hoạt hình $\geq 24$ FPS, không giật.
		3. Điều chỉnh độ sáng qua nút/app.	- 3 mức độ sáng rõ rệt.
		4. Giám sát sử dụng dung lượng RAM	- RAM usage $\leq 75\%$ MCU.
TP-UI-2	SR2-3, SW-UI-3	1. Thay đổi trạng thái Wi-Fi/BT (on/off).	Cập nhật chỉ báo $\leq 3$ s sau thay đổi.
		2. Quan sát chỉ báo trên màn hình.	



<b>TP-WIFI-1</b>	SYS-3, SR3-1, SR3-2, HW3-1, HW3-2, HW3-3, SW-NET-1, SW-NET-2, SW-NET-3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quét và kết nối Wi-Fi 2.4GHz.</li> <li>2. Đo thời gian kết nối và tốc độ truyền dữ liệu MCU-WiFi.</li> <li>3. Gửi/nhận lệnh từ app (e.g., đồng bộ thời gian).</li> <li>4. Mất kết nối, kiểm tra auto-reconnect.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hỗ trợ bảo mật WPA2/3, tương thích 802.11 b/g/n.</li> <li>- Kết nối <math>\leq 10s</math>.</li> <li>- Tốc độ <math>\geq 1</math> Mbps.</li> <li>- Đồng bộ dữ liệu thành công.</li> </ul>
<b>TP-INPUT-1</b>	SYS-4, SR4-1, SR4-2, HW4-1, HW4-2, SW-INPUT-1, SW-INPUT-2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nhấn 3 nút (báo thức, hiển thị, độ sáng) nhanh liên tục (mô phỏng 100.000 lần).</li> <li>2. Đo thời gian phản hồi và kiểm tra debounce.</li> <li>3. Gán chức năng độc lập cho từng nút.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phản hồi <math>\leq 500ms</math> mỗi lệnh.</li> <li>- Tuổi thọ nút <math>\geq 100.000</math> lần, không hỏng.</li> <li>- 3 chức năng độc lập.</li> </ul>
<b>TP-CAL-1</b>	SYS-5, SR5-1, SR5-2, HW5-1, HW5-2, SW-CAL-1, SW-CAL-2, SW-CAL-3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Đồng bộ Google Calendar qua app/Wi-Fi.</li> <li>2. Lưu 10 sự kiện sắp tới cục bộ.</li> <li>3. Đặt sự kiện 15 phút tới, kích hoạt thông báo.</li> <li>4. Hiển thị 15s và tắt qua app.</li> <li>5. Đo thời gian đồng bộ.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cập nhật mỗi 10 phút, lưu <math>\geq 10</math> sự kiện.</li> <li>- Hiển thị <math>\geq 15s</math> trước default.</li> <li>- Đồng bộ <math>\leq 5s</math> theo yêu cầu.</li> <li>- Kết nối Wi-Fi ổn định, kích hoạt khi <math>\leq 15</math> phút.</li> </ul>
<b>TP-ALARM-1</b>	SYS-6, SR6-1, SR6-2, HW6-1, HW6-2, SW-ALARM-1, SW-ALARM-2, SW-ALARM-3, SW-ALARM-4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lưu 5 báo thức qua app, bật/tắt độc lập.</li> <li>2. Đặt giờ báo thức, kích hoạt (đo dB âm thanh ở 1m).</li> <li>3. Quan sát hình ảnh (thay đổi mắt robot) đồng thời âm thanh.</li> <li>4. Nhấn snooze, kiểm tra tạm dừng.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quản lý 5 báo thức riêng.</li> <li>- Kích hoạt <math>\leq 1s</math>, âm thanh <math>\geq 70dB</math>.</li> <li>- Hình ảnh đồng bộ với âm thanh (nhấp nháy/thay đổi).</li> <li>- Snooze tạm dừng 5 phút.</li> </ul>
<b>TP-POWER-1</b>	SYS-7, SR7-1, SR7-2, SR7-3, SR7-4, HW7-1, HW7-2, SW-POWER-1, SW-POWER-2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cấp nguồn USB 5V/500mA, đo điện áp/dòng và công suất chờ.</li> <li>2. Mô phỏng quá áp (<math>&gt;5.5V</math>)/ quá dòng (<math>&gt;500mA</math>) và mất điện.</li> <li>3. Chạy pin chế độ chờ, đo thời lượng.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ổn định <math>5V \pm 5\%</math>, <math>\geq 500mA</math>.</li> <li>- Tự ngắt bảo vệ, <math>&lt;500mW</math> chờ.</li> <li>- Pin <math>\geq 2</math> ngày chờ.</li> <li>- Tự tắt màn hình nếu không ổn định <math>&gt;3s</math>.</li> </ul>

		4. Giám sát nguồn không ổn định >3s ở độ sáng thấp.	
<b>TP- DESIGN-1</b>	SYS-8, SR8-1, SR8-2, SR8-3, HW8-1, HW8-2, HW8-3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Đo kích thước vỏ, trọng lượng, và không gian PCB (<math>\leq 10\%</math> trống).</li> <li>2. Test rơi từ 1m (10 lần) lên bề mặt cứng.</li> <li>3. Test chống bụi/nước cơ bản.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kích thước <math>\leq 15 \times 10 \times 10</math>cm, trọng lượng <math>\leq 500</math>g.</li> <li>- PCB vừa khít <math>\leq 10\%</math> trống.</li> <li>- Chịu rơi không hỏng chức năng.</li> <li>- Chống bụi/nước cơ bản (không xâm nhập).</li> </ul>
<b>TP-UX-1</b>	SYS-9, SR9-1, SR9-2, SW-UX-1, SW-UX-2, SW-UX-3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Người dùng mới thực hiện setup ban đầu (Wi-Fi, app) theo hướng dẫn/tutorial.</li> <li>2. Đánh giá thời gian và dễ sử dụng (icon/văn bản rõ ràng).</li> <li>3. Đồng bộ dữ liệu/cài báo thức qua app.</li> <li>4. Test tất cả chức năng cơ bản từ tutorial.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Setup <math>\leq 5</math> phút.</li> <li>- Hướng dẫn đầy đủ, sử dụng chức năng cơ bản không lỗi.</li> <li>- Icon/văn bản dễ hiểu.</li> <li>- App đồng bộ/cài đặt <math>\leq 3</math> bước.</li> </ul>

# BLOCK DIGRAM

