UltiHorloge Project Dossier

# Productomschrijving

**Wat doet het UltiHorloge?**

Het UltiHorloge is een innovatief slim horloge dat speciaal is ontworpen voor sporters die behoefte hebben aan koeling tijdens hun activiteiten, vooral op warme dagen. Het biedt directe verkoeling via een Peltier-module waarbij de koude kant in contact komt met de huid van de pols.

**Het horloge meet en toont de volgende gegevens:**

* Omgevingstemperatuur en luchtvochtigheid via een DHT22-sensor
* Hartslag via een PPG Heart Rate Monitor Sensor
* GPS-locatiegegevens (latitude en longitude)
* Tijd en datum

**De belangrijkste functies zijn:**

* Automatische en handmatige koeling via de ingebouwde Peltier-module
* Weergave van sensorgegevens op een 1,3-inch OLED-display
* Verzending van gegevens naar een Raspberry Pi via MQTT voor verdere verwerking
* Weergave van weersinformatie via een website die lokaal wordt gehost
* Telegram-notificaties bij hoge temperaturen
* Spraakbesturing via Node-RED

**Hoe werkt het?**

Het systeem maakt gebruik van een ESP32-microcontroller om sensoren uit te lezen en de actuatoren aan te sturen. De Peltier-module zorgt voor koeling: één kant koelt af en komt in contact met de huid, terwijl de andere kant warmte afvoert. De koeling wordt automatisch geactiveerd wanneer de omgevingstemperatuur een bepaalde drempel overschrijdt, of kan handmatig worden geactiveerd via een drukknop.

De hoofdlogica wordt uitgevoerd op een Raspberry Pi met Node-RED, dat de gegevens ontvangt van de ESP32 via MQTT. Node-RED verwerkt de gegevens, stuurt ze door naar diverse platformen (zoals Notion), en verzorgt de communicatie met Telegram voor waarschuwingen bij hoge temperaturen.

**Voor wie is het?**

Het UltiHorloge is ontworpen voor:

* Sporters die trainen in warme omstandigheden
* Mensen die directe koeling nodig hebben tijdens buitenactiviteiten
* Gebruikers die hun lichaamsgegevens willen monitoren tijdens activiteiten

**Wanneer gebruiken ze het?**

Het product wordt gebruikt:

* Tijdens het sporten op warme dagen
* In situaties waar de omgevingstemperatuur snel stijgt
* Wanneer gebruikers hun hartslag, locatie en temperatuur willen monitoren

**Waarom bestaat het?**

Het UltiHorloge is ontwikkeld om draagbare en directe koeling te bieden zonder gebruik te maken van grote ventilatieapparaten. Het doel is om sporters een comfortabele manier te bieden om verkoeling te krijgen, terwijl ze tegelijkertijd belangrijke lichaamsgegevens kunnen monitoren.

# Technische Documentatie

## Hardware

**Microcontroller:**

* **ESP32 Dev Kit C V4**
  + Spanning: 3.3-5V
  + Stroomsterkte: ~160-260 mA
  + RAM: 520KB
  + Flash-geheugen: 4MB
  + GPIO-pinnen: 30
  + Functies: Wi-Fi, Bluetooth, meerdere analoge en digitale I/O pinnen\

**Microcomputer:**

* **Raspberry Pi 4B**
  + CPU: 1.5 GHz
  + RAM: 4 GB
  + Netwerkverbinding: Gigabit Ethernet, Bluetooth 5.0, Dual-band Wi-Fi
  + Energieverbruik: 7W
  + Functies: Draait Node-RED voor hoofdlogica en gegevensverwerking

**Sensoren:**

* **DHT22 Temperatuur- en vochtigheidssensor**
  + Temperatuurbereik: -40°C tot 80°C
  + Vochtigheidsbereik: 0-100% RH
  + Nauwkeurigheid temperatuur: ±0.5°C
  + Nauwkeurigheid vochtigheid: ±2% RH
  + Stroomverbruik: 1.5mA
* **Gravity: PPG Heart Rate Monitor Sensor**
  + Spanning: 3.3-6V
  + Stroomsterkte: <10mA
  + Interface: Analog/Digital
  + Functies: Hartslag meting in BPM
* **Grove Air530z GPS-sensor**
  + Spanning: 3.3-5V
  + Stroomverbruik: 36.7mA tijdens tracking
  + Updatefrequentie: 1Hz
  + Gevoeligheid: -166 dBm
  + Positioneringsnauwkeurigheid: 2.5 meter
  + Ondersteunde satellietsystemen: GPS, Beidou, GLONASS, Galileo, QZSS, SBAS

**Display:**

* **1.3" OLED Display (SH1106)**
  + Grootte: 1.3 inch
  + Spanning: 3.3V/5V
  + Stroomverbruik: ~20-30mA
  + Resolutie: 128x64
  + Interface: SPI

**Actuatoren:**

* **TEC1-04902 Peltier-module**
  + Koelvermogen: 9.68W
  + Werkspanning: DC5V
  + Stroomverbruik: 2A
  + Afmetingen: 20x20x4.5mm

**Voeding:**

* **Li-Ion 3.7V 2200mAh batterij**
  + Afmetingen: 70x20x18mm
  + Capaciteit: 2200mAh
  + Type: Li-Ion
* **TP4056 Lipo batterijoplader**
  + Ingangsspanning: 4.5V-5.5V
  + Uitgangsspanning: 4.2V
  + Maximaal laadvermogen: 1A
* **XL6009 Boost converter**
  + Ingangsspanning: 3.5V-32V
  + Uitgangsspanning: 5V-35V
  + Uitgangsstroom: Maximaal 3A
  + Efficiëntie: Tot 96%

**Overige componenten:**

* **Mini schuifschakelaar SPDT** voor in- en uitschakelen
* **Weerstanden**: 220 ohm en 1K ohm voor signaalregeling
* **MOSFET IRLZ44N** voor het schakelen van de Peltier-module
* **Drukknoppen** voor handmatige bediening

## Software

**ESP32 firmware:**

* **VSCode (PlatformIO)**: Voor de ontwikkeling op de ESP32
* **Bibliotheken**:
  + U8g2 Library: Voor OLED-display
  + DHT Library: Voor temperatuur- en vochtigheidssensor
  + TinyGPS++: Voor GPS-verwerking
  + PubSubClient: Voor MQTT-communicatie
  + DFRobot\_Heartrate: Voor hartslagmeting
  + Time.h: Voor tijd en datum
  + WiFi.h: Voor netwerkverbinding

**Raspberry Pi Software:**

* **Node-RED**: Voor hoofdlogica en gegevensverwerking
  + MQTT nodes: Voor communicatie met ESP32
  + HTTP nodes: Voor API-aanroepen
  + Dashboard nodes: Voor visualisatie
  + Function nodes: Voor gegevensverwerking
  + Telegram nodes: Voor waarschuwingen
  + Notion nodes: Voor dataopslag

**Cloud Diensten:**

* **HiveMQ Cloud**: MQTT-broker voor communicatie
* **Notion Database**: Voor dataopslag en visualisatie
* **Telegram Bot**: Voor waarschuwingen en notificaties

**Communicatieprotocollen:**

* **MQTT**: Voor communicatie tussen ESP32 en Node-RED
* **HTTP/HTTPS**: Voor API-aanroepen
* **I2C**: Voor communicatie tussen ESP32 en het display
* **UART**: Voor communicatie tussen ESP32 en GPS-module

## Onderlinge Connecties

**Hardware aansluitingen:**

* **ESP32 naar DHT22**:
  + VCC → 5V
  + GND → GND
  + DATA → GPIO13
* **ESP32 naar Hartslagsensor**:
  + VCC → 5V
  + GND → GND
  + DATA → GPIO32
* **ESP32 naar GPS**:
  + VCC → 5V
  + GND → GND
  + TX → GPIO16
  + RX → GPIO17
* **ESP32 naar OLED Display**:
  + VCC → 5V
  + GND → GND
  + SCL → GPIO22
  + SDA → GPIO21
* **ESP32 naar Peltier (via MOSFET)**:
  + MOSFET Gate → GPIO27 via 1K ohm weerstand
  + MOSFET Drain → Peltier (zwarte draad)
  + MOSFET Source → GND
  + Peltier (rode draad) → 5V
* **Voeding**:
  + Batterij → TP4056 oplader
  + TP4056 → Boost converter
  + Boost converter → ESP32 via schuifschakelaar
* **Drukknoppen**:
  + Knop 1 → GPIO25 (Meet temperatuur, vochtigheid, GPS)
  + Knop 2 → GPIO26 (Meet hartslag)
  + Knop 3 → GPIO14 (Toon tijd en datum)

## Software connecties

1. **ESP32 → MQTT Broker (HiveMQ Cloud)**
   * Verzendt sensorgegevens (temperatuur, vochtigheid, hartslag, GPS)
   * Topics: **sensor/temperature**, **sensor/humidity**, **sensor/heartRate**, **sensor/gps**
2. **MQTT Broker → Node-RED**
   * Ontvangt sensorgegevens van ESP32
   * Verwerkt gegevens voor verdere acties
3. **Node-RED → Notion**
   * Stuurt verwerkte gegevens naar Notion database
   * Data: tijd, datum, temperatuur, vochtigheid, hartslag, GPS-coördinaten
4. **Node-RED → Telegram**
   * Stuurt waarschuwingen bij hoge temperaturen
   * Gegevens: temperatuurwaarde, tijdstip, eventuele acties
5. **Webpagina (ESP32) → OpenWeather API**
   * Haalt weersinformatie op voor weergave
   * Data: huidige weer, voorspelling komende dagen

## Architectuurdiagram

Het systeem is opgebouwd uit verschillende lagen:

1. **Hardwarelaag (Lokaal)**
   * ESP32 met aangesloten sensoren en actuatoren
   * Raspberry Pi voor hoofdlogica
2. **Communicatielaag**
   * Wi-Fi voor netwerkverbinding
   * MQTT voor gegevensuitwisseling
   * HTTP/HTTPS voor API-aanroepen
3. **Verwerkingslaag**
   * Node-RED voor hoofdlogica en beslissingen
   * ESP32 voor lokale verwerking en besturing
4. **Opslaglaag (Cloud)**
   * Notion voor dataopslag en visualisatie
   * HiveMQ Cloud voor MQTT-communicatie
5. **Interactielaag**
   * OLED-display voor directe feedback
   * Telegram voor waarschuwingen
   * Webpagina voor weersinformatie
6. **Besturingslaag**
   * Drukknoppen voor handmatige bediening
   * Spraakbesturing via Node-RED
   * Automatische besturing via temperatuurdrempels

# Programmacode

De volledige en meest recente programmacode is beschikbaar in mijn Git repository:

<https://github.com/GOCKHAM/Ultihorloge>

De repository bevat:

* ESP32 code in **main.cpp**
* Node-RED flows in **flows.json**
* Configuratiebestanden in **credentials.h**
* Documentatie in de **README.md**

# Testrapport

Zie “**Main Test Documentation Description**” **en** “**Test Document**” Word en Excel documenten voor een heldere overzicht te hebben.

# Installatiehandleiding

Zie “**InstallatieHandleiding**” Word document voor installatie.

# Gebruikershandleiding

Zie “**GebruikersHandleiding**” Word document voor persoonlijk gebruik.

# Bronnenonderzoek

Tijdens de ontwikkeling van het UltiHorloge project zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

## Hardware documentatie

* **ESP32 Dev Kit C V4 documentatie**
  + <https://www.az-delivery.de/nl/products/esp-32-dev-kit-c-v4>
* **DHT22 datasheet en gebruikershandleiding**
  + <https://www.gotron.be/dht22-temperatuur-en-vochtigheidssensor-met-gravity-aansluiting-voor-arduino.html>
  + <https://www.dfrobot.com/product-1102.html>
* **Gravity PPG Heart Rate Monitor Sensor documentatie**
  + <https://www.dfrobot.com/product-1540.html>
* **Grove Air530z GPS-sensor specificaties**
  + <https://www.kiwi-electronics.com/nl/grove-gps-air530-10049?search=Air530>
* **OLED Display (SH1106) gebruikershandleiding**
  + <https://www.gotron.be/1-3-oled-display-voor-arduino-sh1106-driver-spi.html>
* **TEC1-04902 Peltier-module datasheet**
  + <https://www.amazon.com/Tec1-04902-Thermoelectric-Cooler-Cooling-Peltier/dp/B00U32C7FG>
* **Raspberry Pi 4B technische documentatie**
  + https://www.kiwi-electronics.com/nl/raspberry-pi-5-4gb-11579?search=raspberry%20pi
  + https://www.gotron.be/projecten/bouwkits/raspberry/bord/raspberry-pi-4-b-4gb-ramrpi4b.html

## Software en bibliotheken

* Visual Studio Code documentatie
  + <https://code.visualstudio.com/docs>
* Node-RED documentatie en flows
  + <https://nodered.org/docs/>
  + <https://flows.nodered.org/>
* MQTT protocol en HiveMQ Cloud
  + <https://www.hivemq.com/docs/>
* Telegram Bot API documentatie
  + <https://core.telegram.org/bots/api>
* OpenWeather API documentatie
  + https://openweathermap.org/api

## Tutorials en voorbeelden

* ESP32 met DHT22-sensor tutorial
  + <https://randomnerdtutorials.com/esp32-dht11-dht22-temperature-humidity-sensor-arduino-ide/>
* OLED-display met ESP32 integratie
  + <https://randomnerdtutorials.com/esp32-ssd1306-oled-display-arduino-ide/>
* GPS-module met ESP32 implementatie
  + <https://randomnerdtutorials.com/guide-to-neo-6m-gps-module-with-arduino/>
* Peltier-module besturing met MOSFET
  + <https://create.arduino.cc/projecthub/TheGadgetBoy/ds18b20-temperature-controlled-thermoelectric-cooler-e9bbdc>
* Node-RED met ESP32 MQTT-communicatie
  + <https://randomnerdtutorials.com/esp32-mqtt-publish-subscribe-arduino-ide/>
* Telegram-integratie met Node-RED
  + <https://flows.nodered.org/node/node-red-contrib-telegrambot>

## Hardware leveranciers

Alle hardware is verkregen via gerenommeerde leveranciers, waarvan de volledige lijst is opgenomen in de materiaallijst:

* Kiwi Electronics
* Gotron
* AliExpress
* Amazon
* DFRobot
* Open Circuit

De bronnen zijn uitvoerig geraadpleegd om de beste componenten te selecteren en de meest efficiënte implementatie te realiseren voor het UltiHorloge project.