

7. Dokumentation – ESP32 Termostat (Arduino / C++)

7.1 Slutbrugervejledning – Sådan bruger du termostaten

Formål

Denne vejledning er til den almindelige slutbruger (f.eks. en forælder), som skal kunne:

- se hvad apparatet viser
 - justere temperaturen
 - forstå hvad de tre lysdioder betyder
 - eventuelt bruge websiden på telefon eller computer
-

Hvad kan apparatet?

Termostaten:

- mäter rumtemperaturen med en DS18B20 temperatursensor
 - viser temperatur og setpunkt på et lille OLED-display
 - holder temperaturen omkring en ønsket værdi (setpunkt)
 - viser varme/køle-tilstand med tre farvede lysdioder (rød, grøn, blå)
 - kan styres fra en webside på hjemmenetværket
-

Betjening direkte på apparatet

1. OLED-display (den lille skærm)

På displayet vises to linjer:

- Øverste linje:
T: XX.XC
(den aktuelle temperatur målt i rummet)
- Nederste linje:
SP: XX.XC OK/UP/DOWN
SP betyder "Setpoint" – den temperatur, termostaten forsøger at holde.

2. Teksten til sidst angiver tilstand:

- OK: Temperaturen er inden for det ønskede område
- UP: Systemet er i "varmer op"-tilstand
- DOWN: Systemet er i "køler ned"-tilstand

3. Knapper

Der er tre knapper:

- Plus-knap (+)
Hæver setpunktet med 0,5 °C for hvert tryk.
- Minus-knap (-)
Sænker setpunktet med 0,5 °C for hvert tryk.
- Reset/Wake-knap
 - Kort tryk: Vækker apparatet, hvis det er gået i dvale (deep-sleep), så websiden kan bruges igen.
 - Langt tryk (ca. 10 sekunder): Starter Wi-Fi opsætningstilstand (bruges af installatør/operatør).

4. Lysdioder

- Rød LED: Temperaturen er under setpunktet, apparatet “varmer op”.
 - Grøn LED: Temperaturen er inden for det ønskede område (OK).
 - Blå LED: Temperaturen er over setpunktet, apparatet “køler ned”.
-

Betjening via webside

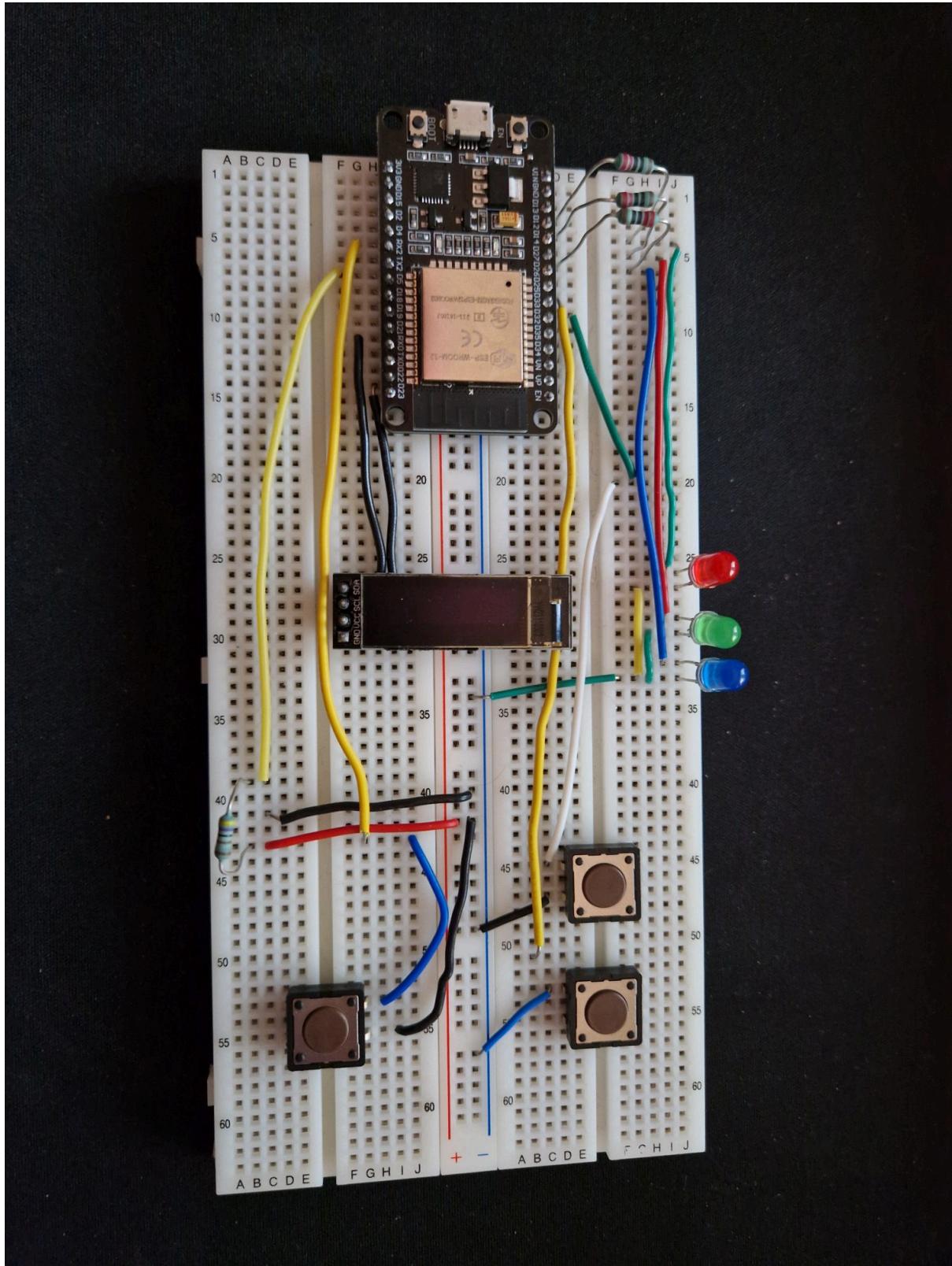
1. Sørg for at apparatet er sat op på hjemmets Wi-Fi (det gør operatøren).
2. Når apparatet starter op i normal drift, viser displayet kort tid den IP-adresse, det har fået (f.eks. 192.168.1.42).
3. Åbn en browser på telefon, tablet eller PC, som er forbundet til det samme netværk.
4. Skriv adressen i adresselinjen, f.eks.:

<http://192.168.1.42/>

5. På websiden kan du typisk:
 - se aktuel temperatur
 - se setpunkt og hysterese
 - ændre setpunkt og hysterese og trykke “Gem”
 - se en graf over de seneste målinger
-

Typiske situationer

- Temperaturen føles for lav eller høj:
Juster setpunktet op eller ned med +/– knapperne på apparatet, eller via websiden.
 - Websiden kan ikke åbnes:
Tryk kort på Reset/Wake-knappen for at vække apparatet og prøv igen.
Hvis Wi-Fi-navnet eller password er ændret i hjemmet, skal operatøren lave Wi-Fi opsætning igen.
 - Lysdioderne skifter ofte:
Hysterese kan være sat for lavt. En hysterese omkring 0,5 °C giver normalt rolig drift uden at flakke for meget.
-



- OLED-display
 - og – knapper

- Reset/Wake-knappen
 - Rød, grøn og blå LED
-

7.2 Operatørvejledning – Opsætning, netværk og drift

Målgruppe

Denne vejledning er til den person, der:

- samler og tilslutter apparatet
 - forbinder det til kundens Wi-Fi
 - tester at webinterface og logning fungerer
-

Hardware-overblik

Apparatet består af:

- ESP32 mikrocontroller med indbygget Wi-Fi
- DS18B20 temperatursensor (OneWire, tilsluttet GPIO 17)
- OLED display, 128x32 pixels, I²C (SDA = 21, SCL = 22)
- Tre lysdioder (LED):
 - Rød = GPIO 13
 - Grøn = GPIO 12
 - Blå = GPIO 27
- Tre trykknapper:

- Plus (+) = GPIO 33
 - Minus (-) = GPIO 25
 - Reset/Wake = GPIO 4
- Modstande:
 - 220 Ω i serie med hver LED
 - 4,7 kΩ til knapper, hvis der bruges eksterne pulldown
 - Strømforsyning: USB eller egnet 5 V kilde

Knapperne er konfigureret som INPUT_PULLUP, og tryk registreres når de forbindes til GND.

Wi-Fi opsætning (AP-setup mode)

Når enheden ikke har gyldige Wi-Fi-indstillinger, eller når brugeren laver langt tryk på Reset/Wake-knappen, går den i AP-setup mode.

1. Start AP-setup mode:
 - Ved første opstart uden gemt konfiguration sker dette automatisk
 - Eller ved langt tryk på Reset/Wake-knappen (ca. 10 sekunder) i normal drift
2. ESP32 opretter sit eget trådløse netværk:
 - SSID: ThermoSetup
 - Password: 12345678
3. Forbind en PC, telefon eller tablet til netværket ThermoSetup.

4. Åbn en browser og gå til:

<http://192.168.4.1/>

5. Her vises en simpel Wi-Fi opsætningsside. Udfyld:

- Wi-Fi SSID (netværksnavn hos kunden)
- Wi-Fi password

6. Tryk på "Gem & genstart".

Enheden gemmer oplysningerne i NVS (Preferences) og genstarter.

Hvis enheden senere ikke kan forbinde til det gemte Wi-Fi, falder den tilbage til AP-setup mode igen.

Normal drift (STA-mode)

Efter en vellykket Wi-Fi opsætning:

1. ESP32 skifter til STA-mode og forbinder til det angivne Wi-Fi.

2. Der er en timeout på ca. 20 sekunder for forbindelsen:

- Ved succes: IP-adressen udskrives i Serial Monitor og vises kort på OLED-displayet.
- Ved fejl: enheden skifter tilbage til AP-setup mode.

3. Når enheden er tilsluttet Wi-Fi, starter webserveren:

- Port 80
- Forside: GET /
- Data-API: GET /data

- Konfiguration: GET /set

4. OLED-display i normal drift:

- Linje 1: T: [aktuelt temperatur] C
 - Linje 2: SP: [setpunkt] C + tekst (UP / DOWN / OK)
-

Termostatlogik og hysterese

- Startværdi for setpunkt: 21,0 °C
- Startværdi for hysterese: 0,5 °C (men kan ændres via webinterface)

Tilstand beregnes sådan:

- HEATING: når temperaturen er mindre end (setpunkt - hysterese / 2)
- COOLING: når temperaturen er større end (setpunkt + hysterese / 2)
- ONTARGET: når temperaturen ligger inden for dette interval

LED-tilstande:

- HEATING: Rød LED tændt
- COOLING: Blå LED tændt
- ONTARGET: Grøn LED tændt

Hysterese har en minimumsværdi på 0,1 °C for at undgå mærkelig opførsel.

Faglig begrundelse for hysteresevalg:

- Hvis hysterese er for lille, vil systemet skifte meget ofte mellem varme/køle (og relæ eller LED vil "flimre").
 - Hvis hysterese er for stor, vil brugeren opleve store udsving i temperatur.
 - $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ er et praktisk kompromis for komfort og stabilitet i denne prototype.
-

Målinger og datalogning

- Temperaturmåling sker ca. hvert 1 sekund (TEMP_INTERVAL = 1000 ms).
- Ved hver måling læses DS18B20 via DallasTemperature-biblioteket.
- Måleværdier gemmes i en ringbuffer med plads til 120 punkter (NUM_POINTS = 120).

Persistens:

- Ringbufferen (tempHistory) samt index (tIndex) og et flag (tFull) gemmes i Preferences (NVS) via:
 - prefs.putBytes("temps", ...)
 - prefs.putInt("tIndex", ...)
 - prefs.putBool("tFull", ...)
- Historikken kan genskabes ved opstart via loadHistoryFromPrefs().
- På websiden bruges disse værdier til at tegne en simpel graf over de seneste målinger.

Bemærk:

Der gemmes kun temperaturværdier – ikke tidsstempler. Grafen er derfor

“seneste N målinger” og ikke en kalender-korrekt tidsakse. Det er tilstrækkeligt som demo til opgaven.

Webinterface og API (STA-mode)

I normal drift (apMode = false) er følgende endpoints aktiveret:

- GET /
 - Svartype: HTML
 - Sender hovedsiden (main_html) med status, graf og konfigurationsformular.
- GET /data
 - Svartype: JSON
 - Returnerer setpunkt, hysterese, state, heaterOn-flag, antal målinger samt temperatur-historik.
 - JSON-struktur (eksempel):

```
{  
  "setpoint": 21.0,  
  "hysteresis": 0.5,  
  "heaterOn": true,  
  "state": 2,  
  "count": 120,  
  "temps": [21.5, 21.6, ...]  
}
```
 - state:
 - 0 = COOLING
 - 1 = ONTARGET
 - 2 = HEATING

- GET /set?sp=<float>&h=<float>
 - Opdaterer setpoint og hysteresis på baggrund af URL-parametrene sp og h.
 - Hysterese begrænses til minimum 0,1 °C.
 - Returnerer "OK" som tekstsvar.

I AP-mode (apMode = true) bruges i stedet:

- GET /
- POST /save

Disse viser opsætningssiden for Wi-Fi og gemmer nye credentials.

Strømstyring og deep-sleep

For at spare strøm kan apparatet gå i deep-sleep:

- Der føres en vågentimer (awakeStart).
- Hvis enheden har været i STA-mode længere end AWAKE_DURATION_MS (her 1 minut), kaldes goToSleep().

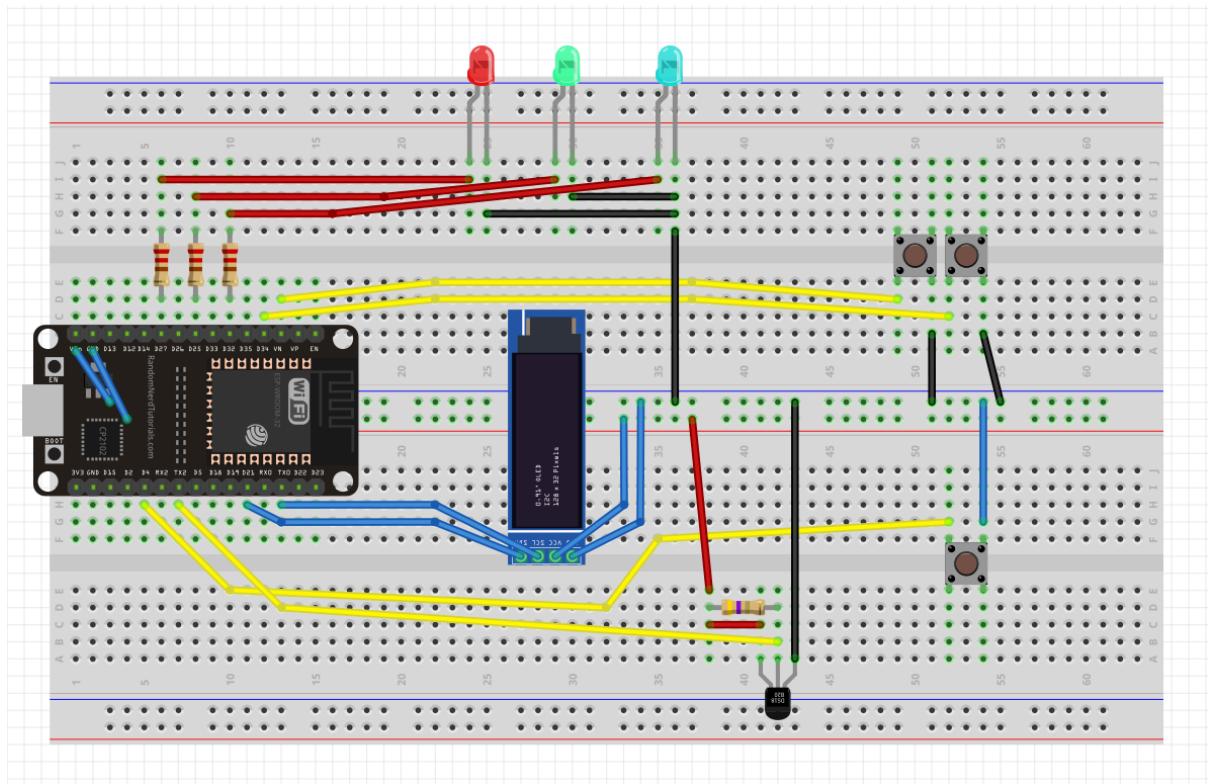
Deep-sleep-funktion:

- Stopper webserveren
- Slukker Wi-Fi
- Viser "Sleeping..." på display
- Aktiverer wake-up på BTN_WAKE via:

```
esp_sleep_enable_ext0_wakeup((gpio_num_t)BTN_WAKE, 0);
```

En kort tryk på Reset/Wake-knappen trækker BTN_WAKE lav (til GND) og vækker derefter ESP32 fra deep-sleep.

Fritzing/Wokwi-diagram



- ESP32 board
 - DS18B20 tilsluttet GPIO 17 + passende pull-up modstand til 3V3
 - OLED på SDA 21 / SCL 22 (adresse 0x3C)
 - LEDs på GPIO 13/12/27 via 220 Ω til GND
 - Knapper til GND med interne pull-ups på GPIO 33/25/4
-

Fejlfinding (kort skema)

Problem – Mulig årsag – Løsning:

- Kan ikke forbinde til Wi-Fi
 - Forkert SSID eller password
 - Løsning: Brug AP-setup mode og indtast info igen.
- Webside svarer ikke
 - Enheden er i deep-sleep
 - Løsning: Kort tryk på Reset/Wake-knappen.
- Temperaturen ser forkert ud
 - Sensor ikke monteret korrekt, eller DS18B20 ikke læst
 - Løsning: Tjek kabler, OneWire-pin (17) og sensormontering.
- Grafen er tom eller meget kort
 - Enheden har lige været genstartet
 - Løsning: vent lidt tid, så der opbygges målinger.
- LED-mønster virker mærkeligt
 - Hysterese er sat meget lav
 - Løsning: øg hysterese til f.eks. 0,5 °C via webinterface.