

# Talaj nedvességtartalom mérés IoT eszközzel

Berta Máté

Konzulens:

Naszály Gábor



Méréstechnika és  
Információs Rendszerek  
Tanszék

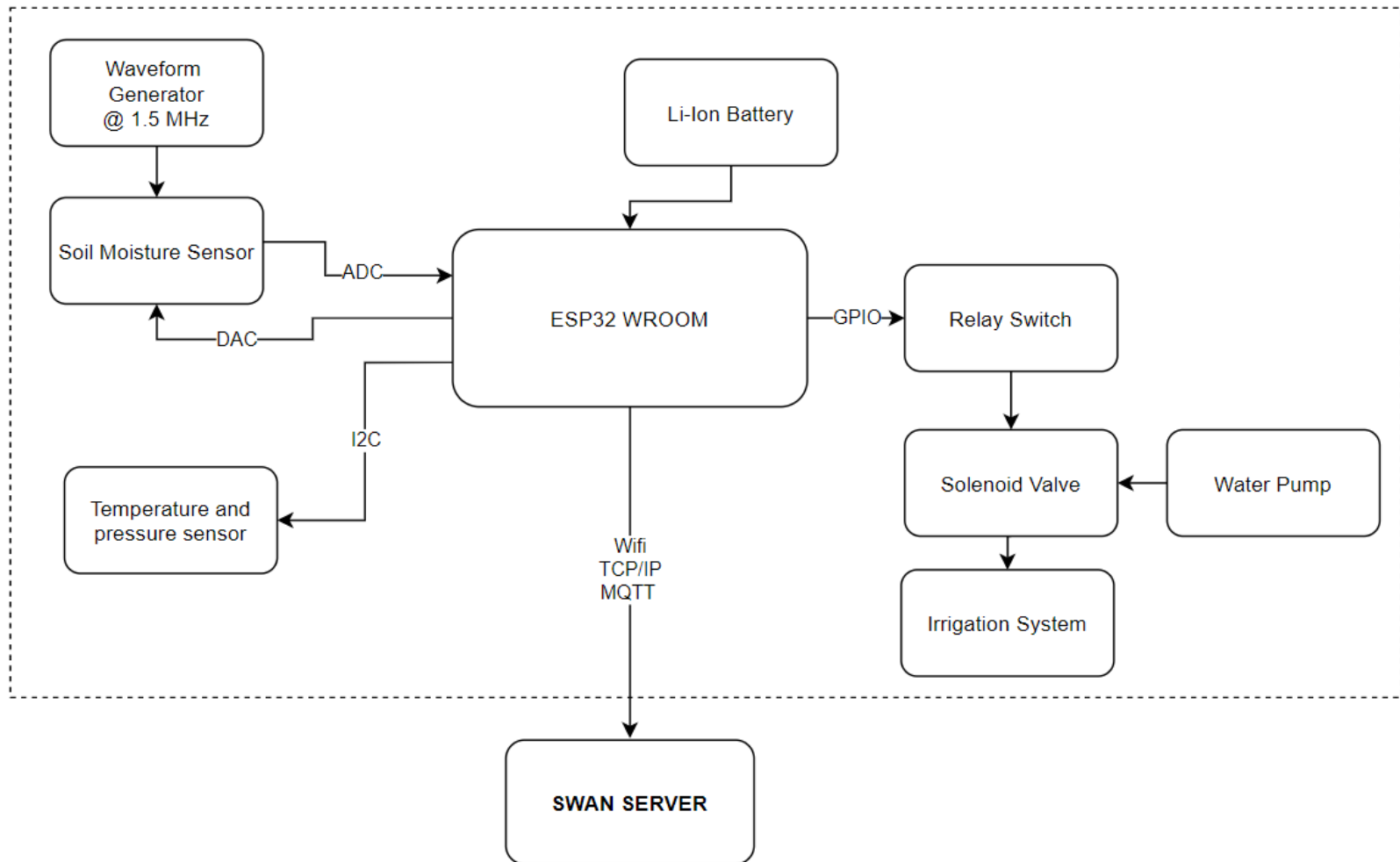
# Feladat

- Önálló laboratórium tanulságaiból kiindulva IoT alapú öntözőrendszer implementálása
- Talaj nedvességtartalom mérés kapacitív szenzorral
- A megoldás során elkészül:
  - Kapcsolási rajz és NYÁK
  - Szoftver  $\mu$ C-re
  - Szoftver központi számítógépre

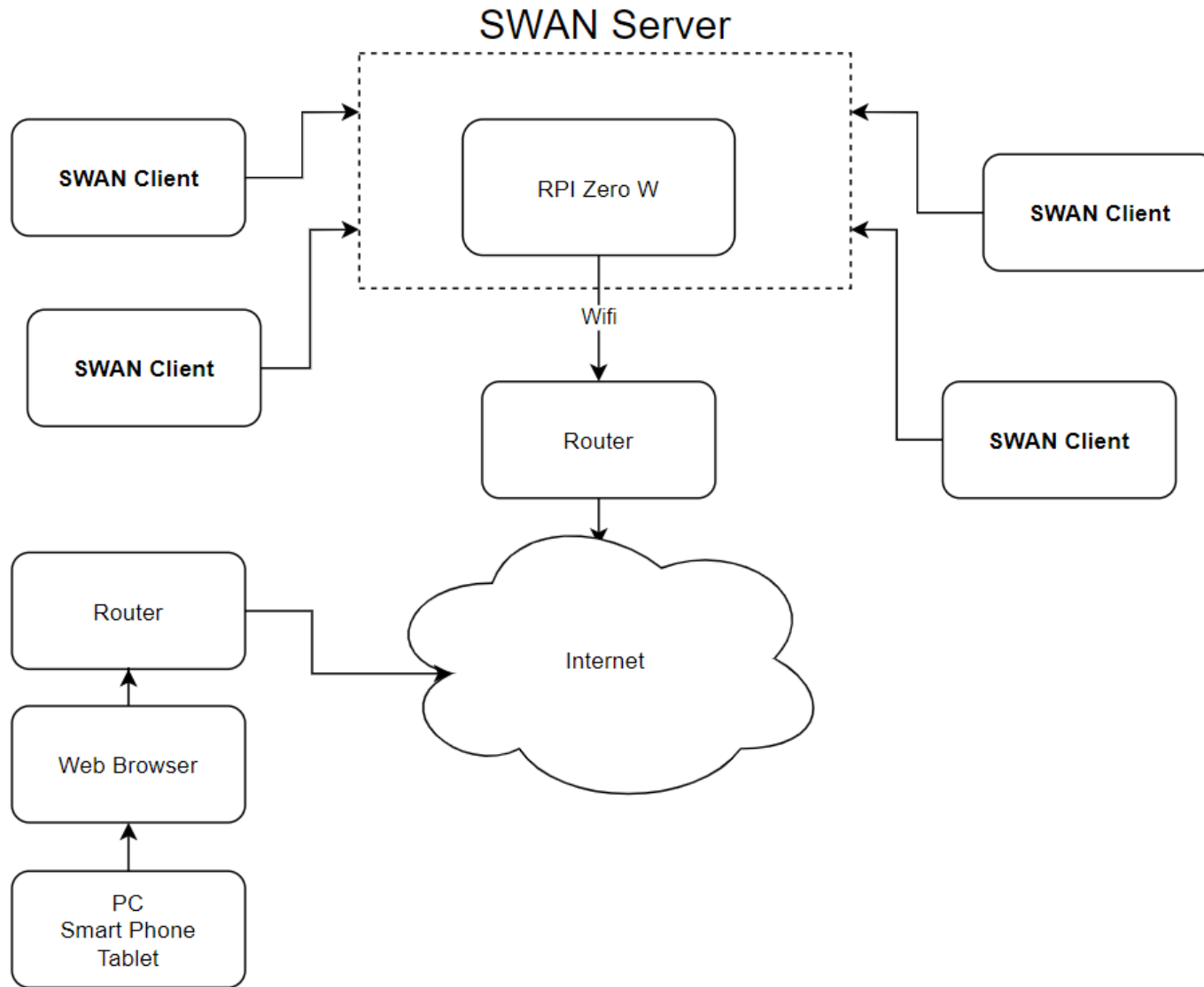
# Rendszerterv 1.

## Smart Watering Automation Network– S.W.A.N.

### SWAN Client



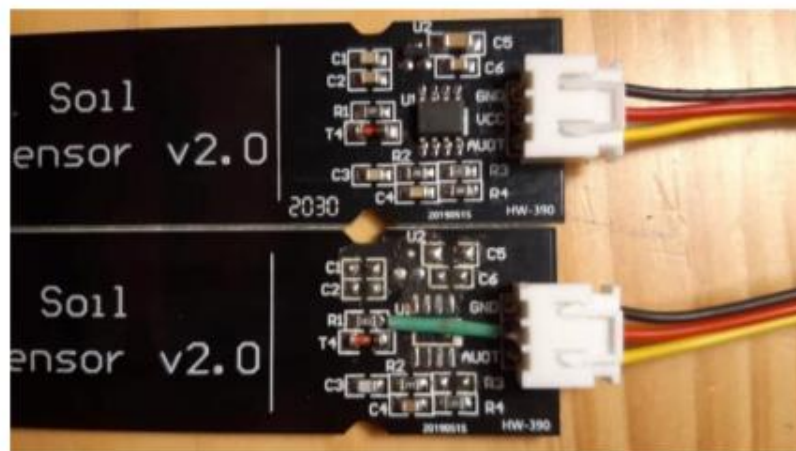
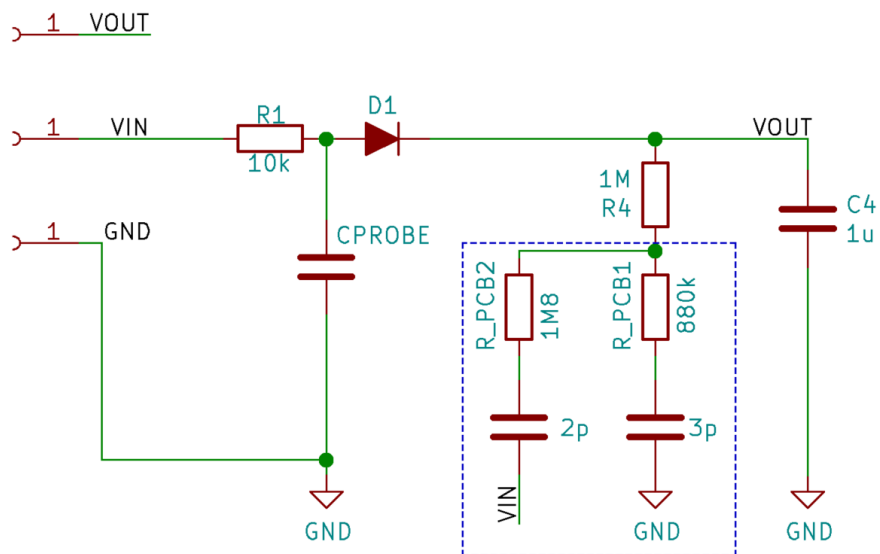
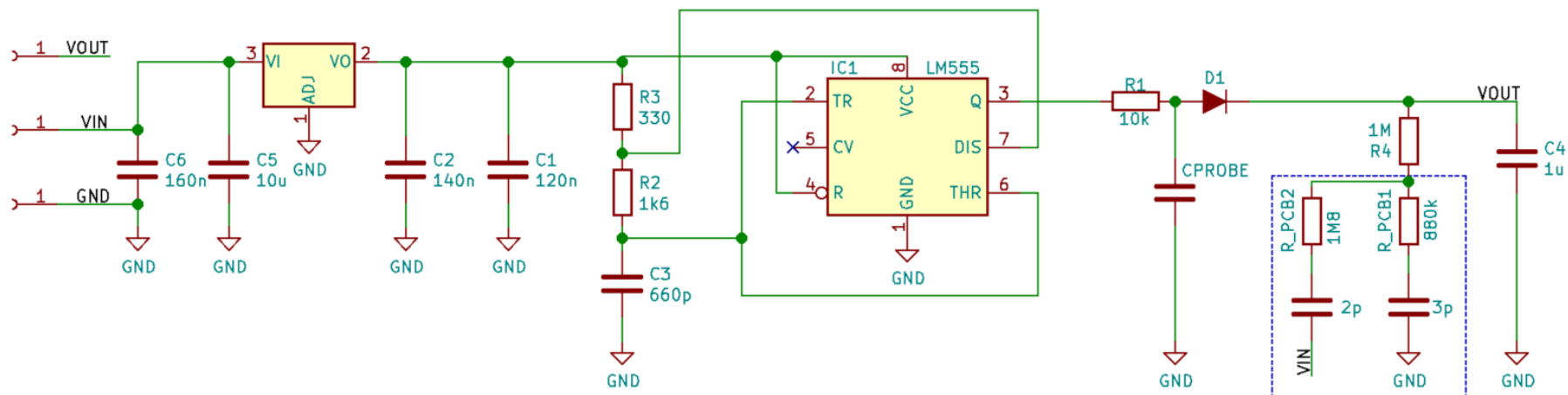
# Rendszerterv 2.



# Kapacitív talaj nedvességtartalom mérés

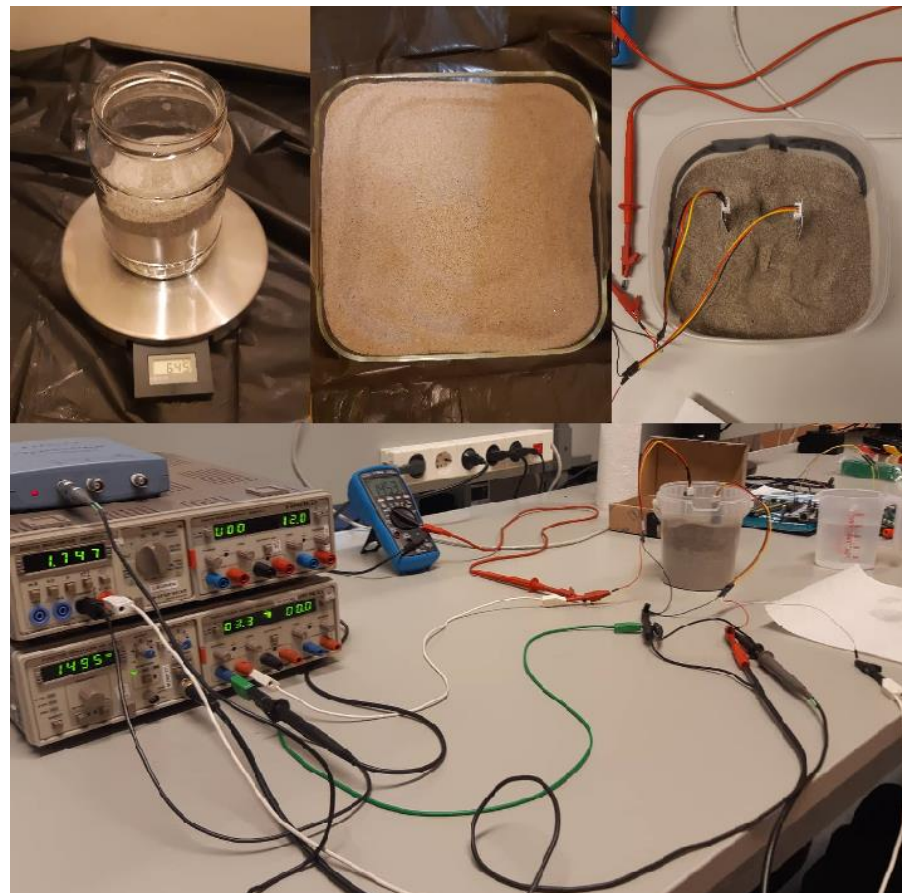
- $S[\%] = \frac{m_{H_2O}}{m_{talaj}}$
- Talajból kioldott ionok
- $\epsilon_r^* = \epsilon_r' - j \cdot \epsilon_r'' = \epsilon_r' - j \left( \epsilon_{relax}'' + \frac{\sigma_{dc}}{2\pi f \epsilon_0} \right)$
- $C = \epsilon_r^* \epsilon_0 G_0$
- A kapacitás több fontos tényezőtől függ:
  - Frekvencia
  - Talaj vezetőképesége (talaj minőség)
  - Szenzor geometria

# Eredeti és módosított szenzor kapcsolási rajza



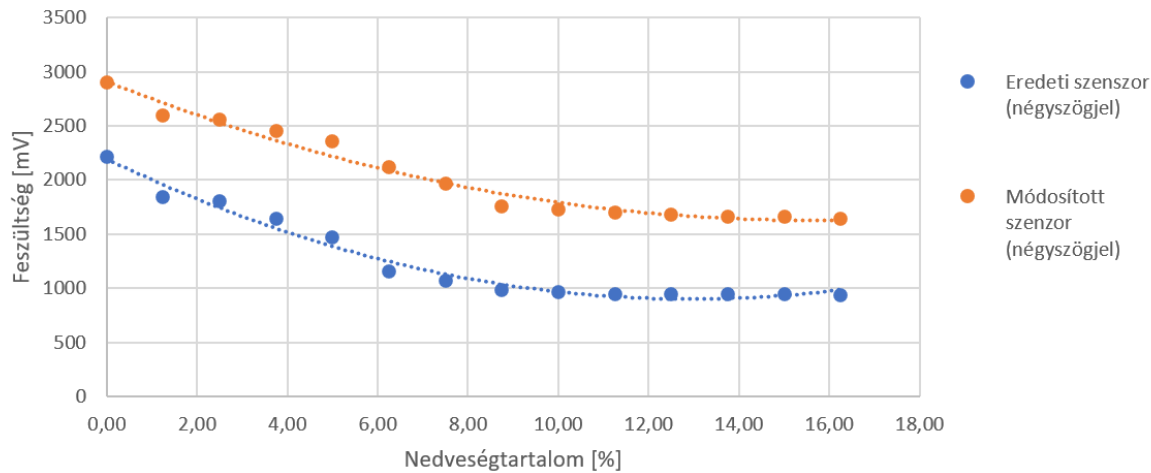
# Kalibrációs mérés 1

- Célja kettős! (karakterisztika, vizsgálódás)
- Metodikája szakirodalomból átvett
- Tanulságai:
  - Szenzor geometria jelentős fontosságú
  - Gerjesztőjel spektruma nem okoz szignifikáns változást a karakterisztikában

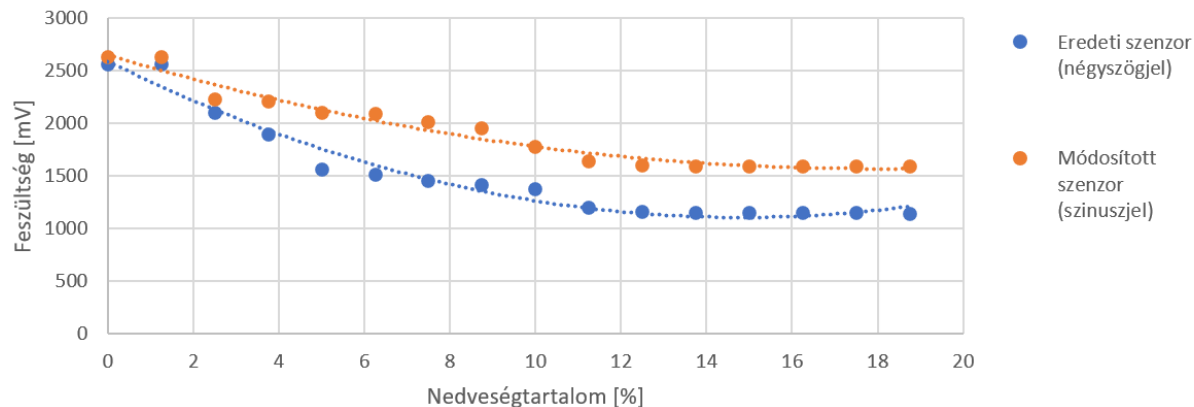


# Kalibrációs mérés 2

Mérés négyszögjellel



Mérés szinuszjellel



- Karakterisztika jellege nem változik
- „Lineáris” szakaszok meredeksége
- SWAN kliens mérőjele négyszögjel



# Hardver követelmények (SWAN kliens)

- Akkumulátoros üzem
- Mágnes szelep vezérlése
- Alacsony költség (egyszerre több kliens használatának céljából)
- Kültéri villanyszereléshez használt IP65 doboz határozta meg a méreteket

# Szoftver követelmények (SWAN kliens & szerver)

## ■ Kliens

- Alacsony fogyasztás
- Megbízható működés (beavatkozó szerv hiba esetén ne lépjen működésbe)
- Több kliensre kerül a firmware

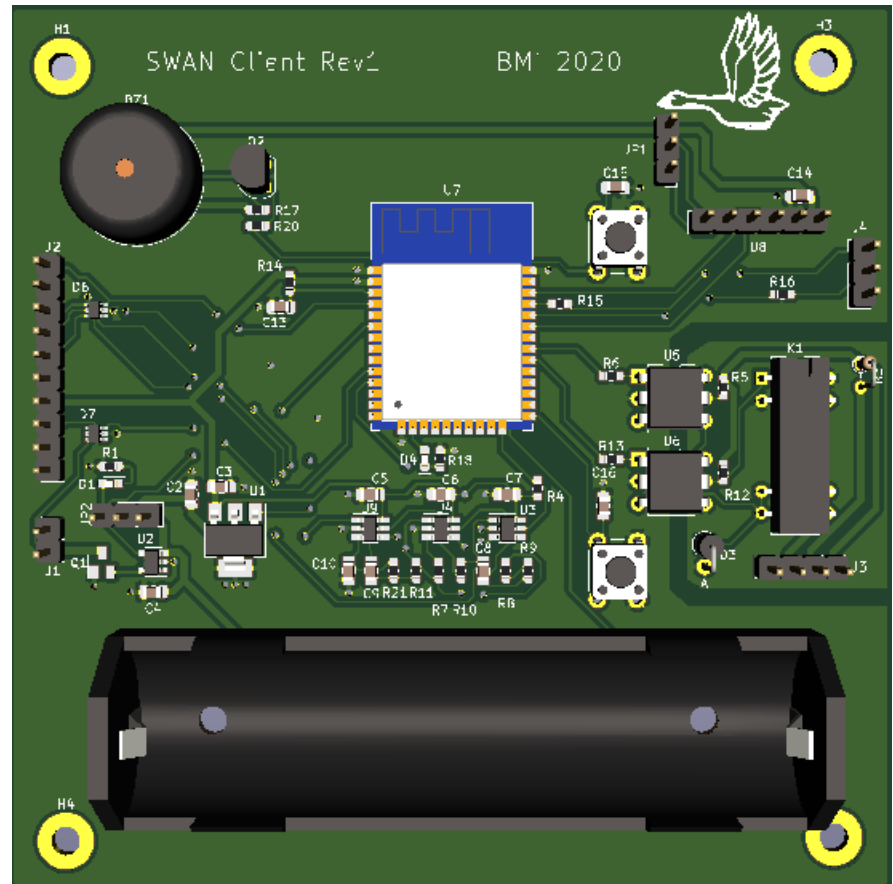
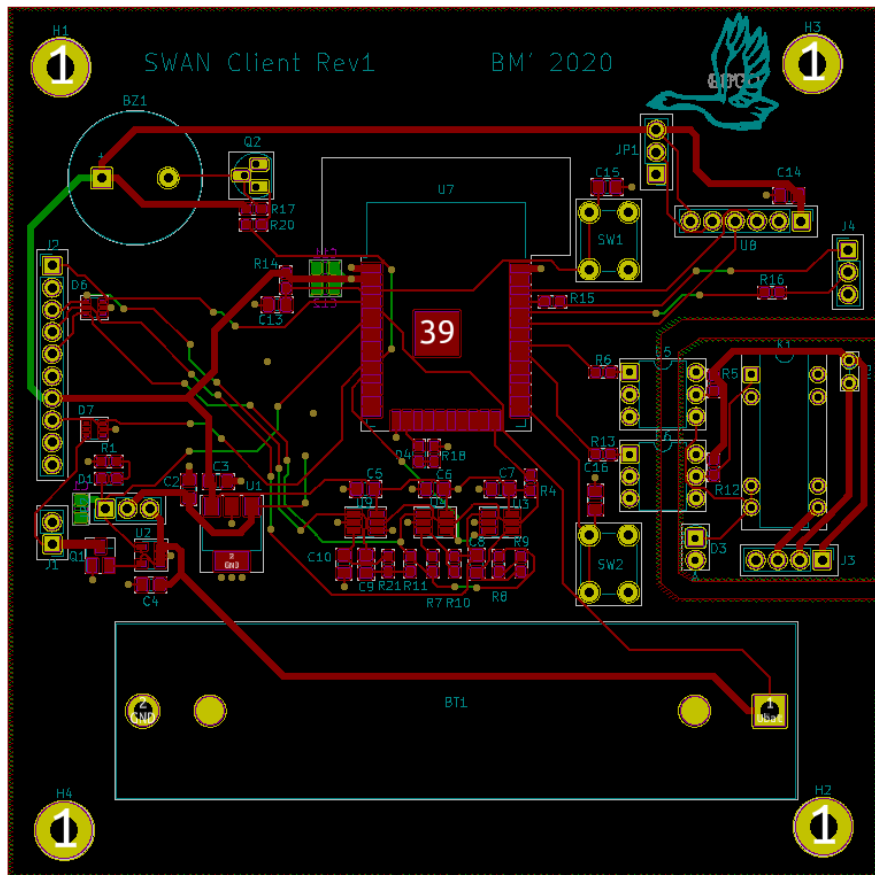
## ■ Szerver:

- Több kliens kezelésére alkalmas
- Gyors reakció idő
- Folyamatos elérhetőség

# Hardver implementáció

- $\mu$ C működéséhez szükséges elemek
  - Passzív komponensek + csökkentett zajú környezet
- Tápfeszültség előállító hálózat
  - LDO 3.3V, 1A, 250mV dropout, 0.1  $\mu$ A (shutdown)
- Akkumulátor töltő áramkör
- I2C & UART busz
- Galvanikusan leválasztott relé kapcsolás
- Mérőjel hardveres előállítása (!)
- ESD és fordított polaritás védelem

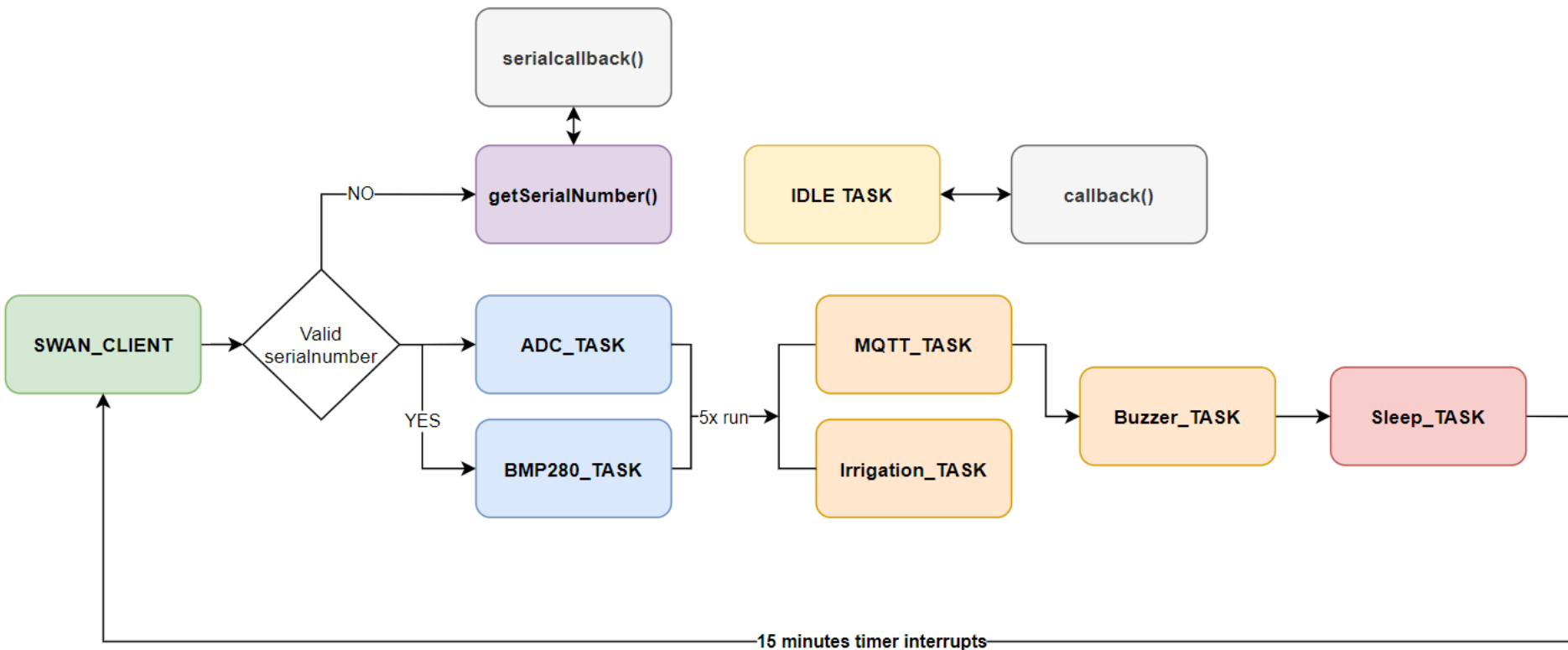
# Kliens PCB



# Firmware implementáció 1.

- FreeRTOS módosított változata
  - `xTaskCreatePinnedToCore()`, `vTaskSuspendAll()`
- Deep sleep (fejlesztőkörnyezet korlátozó tényező)
  - $10\mu\text{A}$
- Double -> Float
- PubSubClient (!)
- ArduinoJSON v6

# Firmware implementáció 2.



# Szerver implementáció 1.

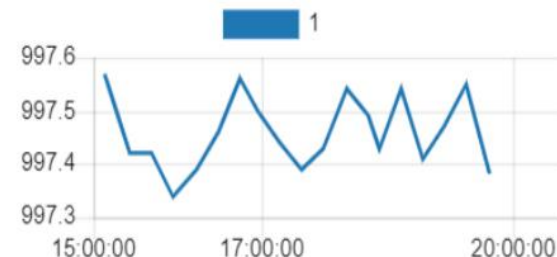
- Raspberry Pi Zero W
- DietPi
- NodeRED
  - SQLite
  - Mosquitto

≡ SWAN\_SERVER

Ambient temperature [°C]



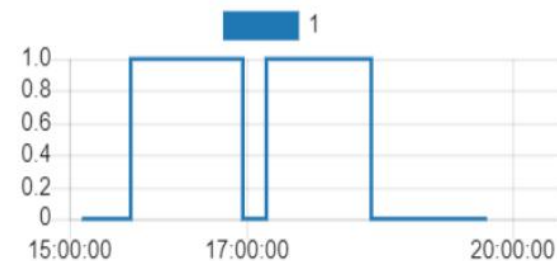
Pressure [hPa]



Moisture Content [%]



Status



Ban irrigaion

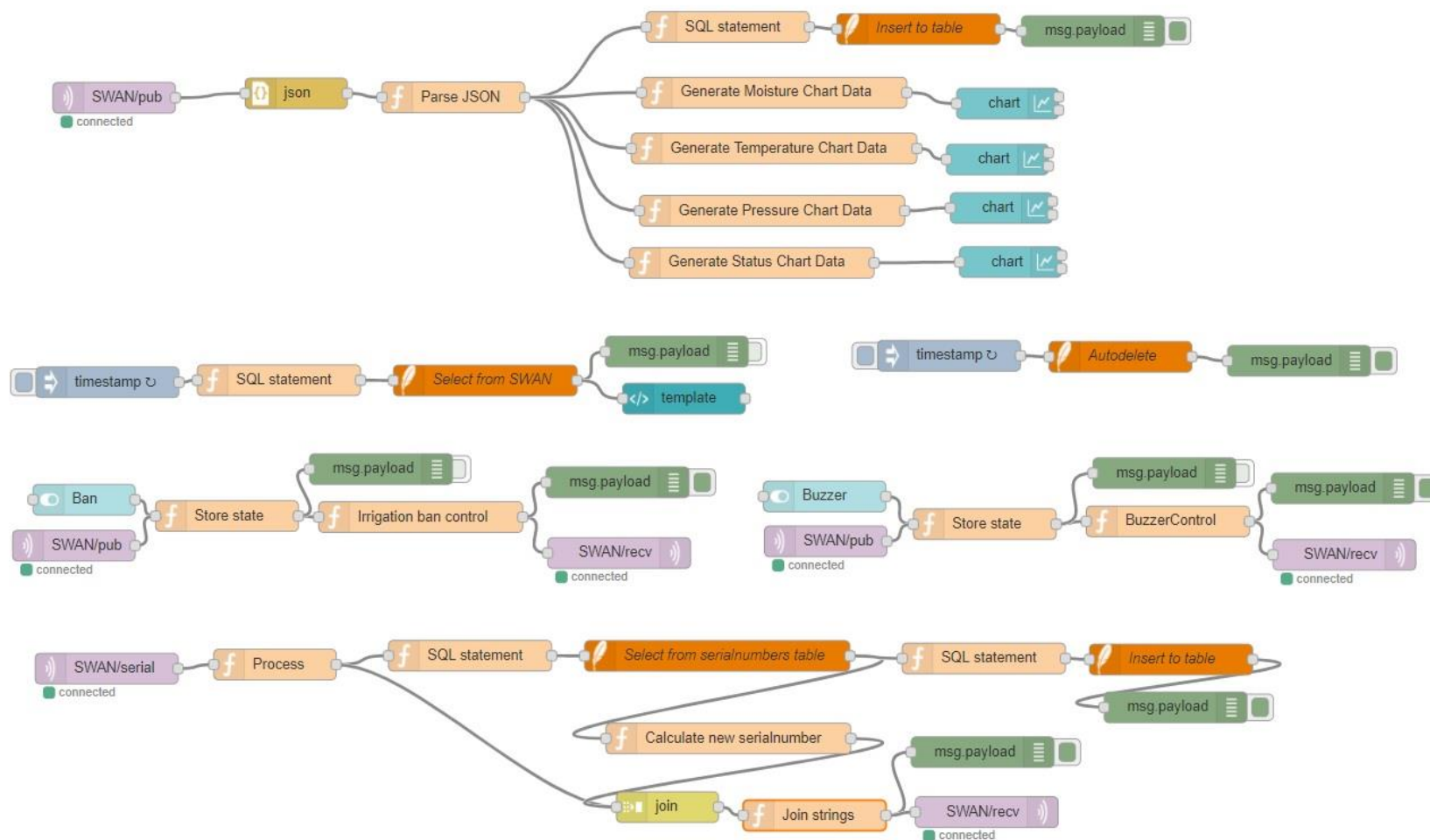


Find nodes



# Szerver implementáció 2.

SWAN SERVER





# Eredmények és továbbfejlesztési lehetőségek

- Eredmények:
  - Működő prototípus
  - Sikeres talaj nedvességtartalom mérés
  - 2021 nyarán „éles” körülmények között tesztelhető
- Tovább fejlesztési lehetőségek:
  - Átlag fogyasztás csökkentése (  $\sim 4$  mA,  $\sim 26$  nap)
  - Költség csökkentése (akkumulátor költsége 22%)
  - Szenzor geometriájának változtatása
  - Szoftver időzítések optimalizálása
  - Debug üzenetek elhagyása (minimalizálás)

# Bírálóí kérdések megválaszolása

- **Adjon javaslatot a WiFi-n alapuló vezeték nélküli kapcsolat alternatívájára, amely alacsony fogyasztású rádiós összeköttetést valósíthat meg a rendszerkomponensek között.**
  - LoRAWAN
    - Class A működéssel
- **Adjon javaslatot alternatív energiaellátásra, amellyel az akkumulátor töltése megoldható. Milyen költségvonzata van egy ilyen rendszerkomponensnek?**
  - Energy harvesting jellegű megoldás
    - Pl. Napelemcella
      - Cella : 1000 Ft - 8000 Ft (4-5W)
      - Boost SMPS ~ 1000 Ft (4-5W)
      - Kisebb akkumulátor sokkal olcsóbban elérhető