**VENTSPILS AUGSTSKOLA**

**INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJU FAKULTĀTE**

**BAKALAURA DARBS**

**ISTABAS AUGU MONITORĒŠANAS SISTĒMAS PROTOTIPA IZSTRĀDE**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Autors | Ventspils Augstskolas  Informācijas tehnoloģiju fakultātes | |
| profesionālās bakalaura studiju | |
| programmas „Elektronikas inženierija” |  |
|  | 4. kursa students **Aleksandra Smirnova**  Matr.nr. 190055  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (paraksts) | |
| Fakultātes dekāns | doc. Dr.sc.comp. Vairis Caune  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (paraksts) | |
| Zinātniskais vadītājs | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (ieņemamais amats, zinātniskais nosaukums, vārds, uzvārds)  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (paraksts) | |
| Recenzents | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (ieņemamais amats, zinātniskais nosaukums, vārds, uzvārds)  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (paraksts) | |

Ventspils

2023

## **ANOTĀCIJA**

**Darba nosaukums:** Istabas augu monitorēšanas sistēmas prototipa izstrāde

**Darba autors:** Aleksandra Smirnova

**Darba vadītājs:**

**Darba apjoms:**

**Atslēgas vārdi:**

…

**SATURS**

[**ANOTĀCIJA** 2](#_Toc127890301)

[**SATURS** 3](#_Toc127890302)

[**IEVADS** 4](#_Toc127890303)

**Ievads**

temata aktualitātes pamatojums;

Istabas augu popularitāte ir augusi pēdējo gadu laikā, tā kā tie ir ne tikai lieliski dekors mājoklim, bet tiem piemīt arī pozitīva ietekme uz cilvēku garīgo veselību un labsajūtu. Tomēr ar telpauga iegādi viss nebeidzas, tiem ir nepieciešana kopšana un augam raksturīgā vide. Telpaugu kopšana nav tik vienkārša kā tas varētu izskatīties, kā pamatā daudz telpaugu iet bojā.

darba mērķis;

Darba mērķis ir izveidot ierīces prototipu ar kuru varēs novērot istabas augu apkārtējo vidi un augsni. Ar tās palīdzību lietotājs varēs uzzināt vai augsne ir pietiekami mitra, vai ir pietiekami daudz saules gaismas kā arī citus telpaugam svarīgus datus, kā arī iespēja šos datus apskatīt par noteiktu laika periodu.

darba mērķa sasniegšanai veicamo uzdevumu formulējums;

Lai sasniegtu kursa darba mērķi tika izvirzīti turpmāk minētie uzdevumi:

1. Esošo risinājumu priekšizpēte
2. Prototipa izstrāde telpaugu sensoru sistēmai (komponenšu pasūtīšana, elektriski principiālā shēmas un iespiedplates izveide ierīcei, kas atradīsies pie telpauga)
3. Nodrošināt datu apmaiņu starp telpaugu sensoru sistēmu un bāzes staciju
4. Lietotāja grafiskās saskarnes izveide bāzes stacijai
5. Nodrošināt paziņojumu sūtīšanu no bāzes stacijas lietotājam
6. Korpusa izveide

darbā apskatāmās problēmas esošo risinājumu pārskats

Ir daudz dažādu līdzīgu risinājumu telpaugu novērošanas sistēmai, kas nodrošina datu nolasi no telpauga un to sūtīšanu ar bezvadu komunikāciju.

darba struktūras apraksts;

pētījuma realizācijas metodes, tehnoloģija u.tml.

**Priekšizpēte**

Tirgū ir pieejami daudz dažādu risinājumu augu novērošanas sistēmām, bet katrai ir savas atšķirības un īpašības. Lai iegūtu priekštatu par izstrādājamās ierīces funkcionalitāti tika veikta priekšizpēte. Tās laikā tika iegūta informācija par dažādiem pastāvošiem risinājumiem, to priekšrocībām un trūkumiem. Šīs īpašības un saistošas norādes apkopotas tabulā 1.1. Tirgus priekšizpētei produktu meklēšanai un atlasei tika izvirzīti šādi kritēriji:

* Bezvadu komunikācija
* Augsnes mitruma sensors
* Gaismas intensitātes sensors
* …

…tabula

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ražotājs | BLE | WIFI | Augsnes mitrums | Gaismas intensitāte | Gaisa temperatūra | Gaisa mitrums | Ierīču skaits | Saules panelis |
| Autors | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ∞ | ✓ |
| greensens | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | 10 | ✓ |
| FYTA Beam | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | 4 | ✓ |
| Parrot Flower Power | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | n/a | ✗ |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# Elektriskā slēguma blokshēma

Viens no galvenajiem uzdevumiem bija izstrādāt sensoru sistēmu, kas atradīsies pie istabas

augiem. Sākumā tika izveidota elektriskā slēguma blokshēma, kas sastāv no divām galvenajām daļām – elektrobarošana un vides novērošana.

Attēls, kurā ir diagramma

Apraksts ģenerēts automātiski

.att. Elektriskā slēguma blokshēma

Elektrobarošanas daļa sastāv no baterijas uzlādes, aizsardzības pret dziļu izlādi un sprieguma stabilizācijas blokiem. Baterijas uzlāde notiek ar lineāru litija jonu / litija polimēru uzlādes vadības kontrolieri. Lai uzsāktu baterijas uzlādi pie ierīces ir jāpieslēdz USB, kas nodrošina 5V barošanu baterijas uzlādes daļai. Aizsardzība pret dziļu izlādi nodrošina, ka baterija netiks izlādēta zemāk par 3,7V, lai nesabojātu bateriju un palielinātu tās dzīves ilgumu. Impulsa tipa sprieguma stabilizators palielina baterijas 3,7V spriegumu līdz 5V, lai nodrošinātu elektrobarošanu ESP32.

Vides novērošanas daļa sastāv no ESP32 un trīs sensoriem - BME280, augsnes mitruma sensora un fotorezistora. ESP32 nolasa datus no sensoriem un nosūta tos ar WiFi palīdzību uz Firebase datubāzi.

# Elektriski principiālā shēma

Baterijas uzlādes integrālā shēma tika izvēlēta pēc ieejas sprieguma vērtības un savietojamības ar izvēlēto bateriju.

Ieejas spriegums no USB ir 5 V, kas, pēc datu lapas, ir noteiktajās robežās, lai baterijas uzlādes shēma sāktu baterijas uzlādi, kā arī šī shēma ir savietojama ar izvēlēto litija-polimēra bateriju.

MCP73833 sērijas integrālā shēma nodrošina baterijas uzlādi ar konstantas strāvas režīmu un konstanta sprieguma režīmu, balstoties uz datu lapā pieejamo informāciju […]. Kamēr baterijas spriegums ir mazāks par 4,2V, uzlādes shēma darbojas konstantas strāvas režīmā, kad spriegums pieaug līdz 4,2 V, shēma pārslēdzas uz konstanta sprieguma režīmu. Lai iestatītu sev nepieciešamo uzlādes strāvu konstanta strāvas režīmā, ieejā “PROG” tiek ielikts noteiktas pretestības rezistoru, ko nosaka pēc formulas:

(1.3)

ICC=1000V/R,

kur

ICC - uzlādes strāva konstantas strāvas režīmā, mA;

R4 – konstantas strāvas iestatīšanai paredzētais rezistors, kΩ.

Attēls, kurā ir diagramma, shemātisks

Apraksts ģenerēts automātiski

..att. Baterijas uzlādes shēmas daļa

Gaismas diodes (D5, D6 un D7) ir nepieciešamas režīmu indikācijai. Atkarībā no gaismas diožu kombinācijas var noteikt kādā režīmā ir uzlādes integrālā shēma. Uzlādes režīmus var apskatīt tabulā nr….

R5, R6 un R7 rezistori tiek izmantoti lai ierobežotu strāvu caur gaismas diodēm.

TH1 termistors tiek izmantots baterijas temperatūras noteikšanai, lai nodrošinātu tās aizsardzību pret pārkaršanu. Temperatūras ierobežošana ir svarīga, jo ļoti augsta temperatūra var samazināt baterijas darbības laiku un izraisīt tās bojāšanos.

...tabula

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Uzlādes cikla statuss | STAT1 | STAT2 | PG |
| Miega režīms | ✗ | ✗ | ✗ |
| Gaidīšanas režīms | ✗ | ✗ | ✓ |
| Uzlādes režīms | ✓ | ✗ | ✓ |
| Uzlāde pabeigta | ✗ | ✓ | ✓ |
| Temperatūras kļūda | ✗ | ✗ | ✓ |
| Taimera kļūda | ✗ | ✗ | ✓ |
| Sistēmas testa režīms | ✓ | ✓ | ✓ |

**Uzlādes cikla statuss un tā indikācija**

Lai baterijas mūža ilgums būtu pēc iespējas garāks, ir nepieciešama tās aizsardzība pret pārāk dziļu izlādi, kas neļauj baterijas spriegumam nokrist zemāk par 3,7 V. Lai to panāktu, tiek izmantota 3 V Zēnera diode un divi bipolārie tranzistori.

Rezistors Q2 tika izvēlēts tāds, lai tas iztur lielu jaudu, tā kā caur to tiks pievadīta elektrobarošana uz pārējo shēmas daļu, kur strāva var būt līdz pat 1,2 A.

Attēls, kurā ir diagramma, shemātisks

Apraksts ģenerēts automātiski

…att. Aizsardzība pret dziļu izlādi

Lai bipolārie tranzistori nejauši neatvērtos, tiek izmantoti R10 un R11 rezistori. R10 - augsta līmeņa piesaistei un R11 - zema līmeņa piesaistei.

Zēnera diodes aizsardzībai un darba punkta iestatīšanai tiek izmantots R9 rezistors.

R12 rezistors paredzēts PNP bipolārā tranzistora bāzes strāvas ierobežošanai.

Ja baterijas sprieguma līmenis ir virs 3,6-3,7 V, tad, ieslēdzot slēdzi, sāks spīdēt D10 gaismas diode.

Lai ESP32 nodrošinātu 5 V, tiek izmantots TPS63002 sērijas paaugstinošā tipa sprieguma stabilizators, kas paaugstina spriegumu no 3,7-4,2 V līdz 5 V.

TPS63002 nodrošina barošanu ierīcēm, kas tiek darbinātas no dažādiem bateriju tipiem, piemēram alkaline, NiCd, NiMH vai Litija-jonu, vai litija-polimera. Izejas strāva var sasniegt līdz pat 1.2 A no litija-jonu vai litija-polimera baterijām.

Attēls, kurā ir diagramma, shemātisks

Apraksts ģenerēts automātiski

..att. impulsa tipa sprieguma stabilizatora daļa

Lai iespējotu sprieguma stabilizatora darbību, izvads EN ir jāpislēdz pie augsta signāla, kas tiek panākts ar R16 rezistoru.

Zemsprieguma bloķēšanas funkcija novērš ierīces iedarbināšanu, ja barošanas spriegums VINA ir zemāks par aptuveni tā slieksni, kas ,pēc datu lapas, ir 1,7 V. Ierīce automātiski ieslēgsies, ja spriegums uz VIN izvadu būs lielāks par slieksni.

Ja PS/SYNC izvadam piesledz zemu līmeni, ierīce darbojas enerģijas taupīšanas režīmā, bet takts signālu pieslēgšana pie šī izvada piespiež ierīci sinhronizēties ar pievienoto takts signāla frekvenci. Shēmā šīs izvads tiek pieslēgs pie augstā līmeņa, kas nozīmē, ka enerģijas taupīšanas režīms tiek izslēgts un ierīce strādā ar iekšējo takts frekvenci.

TPS63002 izmanto četrus iekšējos lauktranzistorus, lai regulētu spriegumu izejā. Lai uzkrātu enerģiju spolē, spoles L2 izvads tiek pieslēgts pie zemes, bet L1 pie VIN ieejas. Strāva caur spoli palielinās un ap spoli sāk veidoties magnētiskais lauks. Kad spoles L2 Izvads tiek pieslēgts pie VOUT izejas, magnētiskais lauks sāk sarūkt un spoles polaritāte mainās, kas nozīmē ka spole ir ķēdē ar bateriju un to spriegumi tiek sasummēti no kā spriegums izejā palielinās.

Kamēr notiek enerģijas uzkrāšana spolē, tikmēr slodzei nepieciešamo elektrobarošanu nodrošina C14 un C15 kondensatori.

Attēls, kurā ir diagramma, shemātisks

Apraksts ģenerēts automātiski

.att. TPS63002 funkcionālā bloka diagramma

Lai nodrošinātu nepieciešamo spriegumu mitruma sensora darbībai tiek izmantots 3 V lineārais sprieguma stabilizators, kas 3,3 V no ESP32 stabilizē uz 3 V.

Attēls, kurā ir diagramma, shemātisks

Apraksts ģenerēts automātiski

.att. augsnes sensora sprieguma stabilizatora daļa

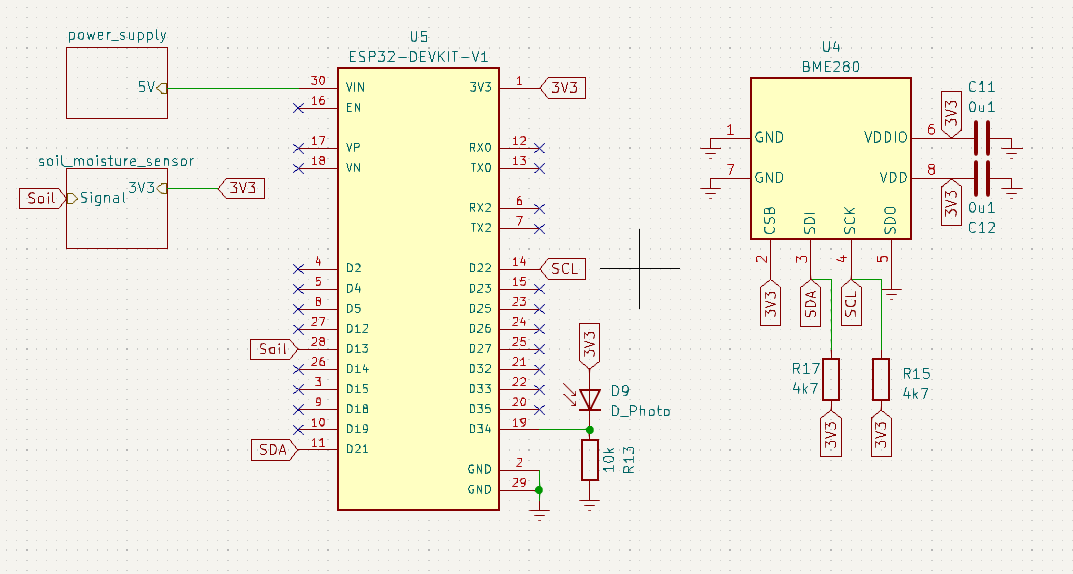
Augsnes mitruma sensors sastāv no trīs daļām - takts signāla ģenerators, RC filtrs un pīķa detektors. Takts signalu nodrošina TLC555 taimeris no kura signāls nonāk uz RC filtru, kur kā kondensators strādā izvedotie celiņi, kas atrodas augsnē.

Attēls, kurā ir diagramma, shemātisks

Apraksts ģenerēts automātiski

.att. Augsnes mitruma sensora shēma

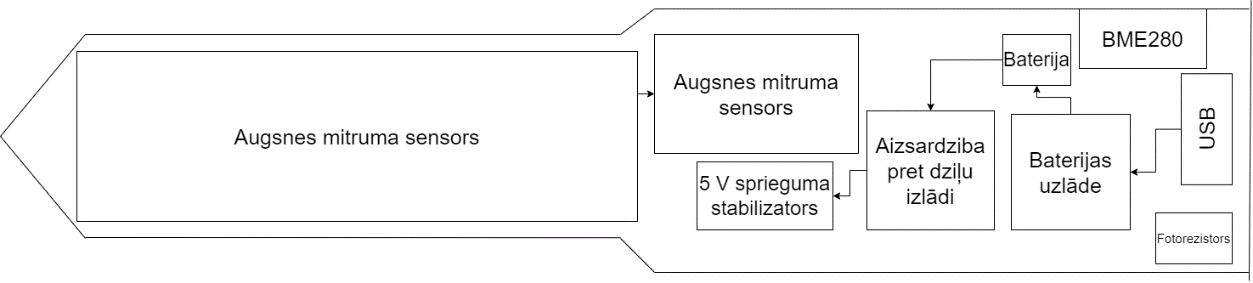
Visi sensori ir pieslēgti pie ESP32 mikrokontroliera, kas nodrošina gan datu nolasīšanu un apstrādi, gan 3,3 V elektrobarošanu. ESP32 baro 5 V eletrobarošanas līnija.



.att. Kopējā sensoru sistēmas elektriski principiālā shēma

# Iespiedplates izveide

Iespiedplates izveides laikā svarīgi ir apzināties kur un kā novietot komponentes un atsevišķas daļas. Augsnes mitruma sensora daļa ir novietota apakšā, tā kā tur atrodas kapacitīvā daļa.



Attēls, kurā ir teksts, elektronika, shēma

Apraksts ģenerēts automātiski

Attēls, kurā ir diagramma

Apraksts ģenerēts automātiski

# ESP32 programmēšana un atkļūdošana

**Komunikācija ar BLE palīdzību**

Sākumā tika paredzēts, ka sensoru sistēma komunicēs ar bāzes staciju ar BLE palīdzību, tāpēc tika izveidots programmas kods komunikācijai ar BLE palīdzību. Tika izveidota sensoru sistēmas koda blokshēma, lai saprastu darbības principu. Katra sensoru apakšsistēma ir kā atsevišķs serveris.

Reizi stundā ierīce tiek pamodināta, tā nolasa datus no sensoriem, pieslēdzas bāzes stacijai, nosūta datus un ieiet miega režīmā uz stundu. Lai pārliecinātos, ka dati tiešām ir nonākuši uz bāzes staciju tiek sagaidīta atgriezeniskā saite un kamēr tā nav saņemta, dati tiek sūtīti atkārtoti.

Attēls, kurā ir diagramma

Apraksts ģenerēts automātiski

.att. sensoru sistēmas programmas koda blokshēma

Katram serverim piemīt unikāla atslēga – UUID, ar kuras palīdzību klients var pieslēgties šim serverim. Arī katram mainīgam ko nosūta no servera uz klientu ir savs UUID, lai tos varētu nosūtīt un nolasīt katru atsevišķi.

Text

Description automatically generated

..att. UUID izveide

Tālāk tiek izveidoti serveris un serviss, kā arī servisam pievienoti mainīgie ko ESP32 sauc par “Characteristics”.

Graphical user interface, text, application

Description automatically generated

..att. Servera un servisa izveide

Tālāk serveris tiek palaists un iespējota iespēja citām bluetooth ierīcēm to redzēt. Pēc tam tiek iestatīts ESP moduļa gulēšanas laiks.

Graphical user interface, text, application

Description automatically generated

..att. servisa palaišana

Un visbeidzot dati tiek nosūtīti, ja serverim ir pieslēdzies klients.

Text

Description automatically generated

..att. datu nosūtīšanas

Kodā arī ir divas callback funkcijas, kur viena nostrādā, kad serverim ir pieslēdzies klients un otra, kad klients ieraksta vienā no characteristics kādu vērtību.

Text

Description automatically generated

..att. callback funkcijas

Attēls, kurā ir diagramma

Apraksts ģenerēts automātiski

..att. bāzes stacijas programmas koda blokshēma

No klienta puses tiek piefiksēti visi servera UUID un characteristics UUID, tiek izveidots klients un iestatīta skenēšana, lai atrastu blakus esošās bluetooth ierīces.

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated

..att. Klienta izveidošana

Ciklā tiek pārbaudīts vai ir atrastas ierīces ar noteiktiem UUID, ja tās nav atrastas, tad klients turpina tās meklēt. Ja ierīce ir atrasta, klients mēģina tai pieslēgties un ja tas izdodas, no characteristics tiek nolasīti mainīgie, ko nosūta serveris un tad tie tiek nosūtīti uz STM32 izmantojot UART.

Graphical user interface, text

Description automatically generated

..att callback funkcija

Katru reizi, kad klients atrod bluetooth ierīci, nostrādā callback funkcija onResult. Šī funkcija pārbauda, kura no ierīcēm tika atrasta un apstādina skenēšanu, kā arī tiek piefiksēta servera adrese.

Attēls, kurā ir teksts, vēstule

Apraksts ģenerēts automātiski Attēls, kurā ir teksts

Apraksts ģenerēts automātiski

.att. Komunikācija starp serveri(pa labi) un klientu(pa kreisi)

Rezultāta tika panākta komunikācija starp sensoru sistēmu un bāzes staciju ar BLE palīdzību un veiksmīga datu apmaiņa.

Tika paredzēts datus izvadīt uz displeja ar STM32 palīdzību, bet bāzes stacija tika aizvietota ar datubāzi un web aplikāciju, un komunikācija ar BLE palīdzību tika aizvietota ar wi-fi. Pēc vairāku līdzīgu sistēmu apskatīšanas tika secināts, ka populārākais datu izvades veids ir aplikācija, kā arī ar wi-fi palīdzību lietotājs datus var apskatīt ne tikai atrodoties ierīču tuvumā, bet arī no jebkuras citas vietas, kur ir pieejams internets bez starpnieka – bāzes stacijas.

**Komunikācija ar WI-FI palīdzību**

Tika izmantots gatavs testa kods lai pieslēgtos ESP32 modulim ar wi-fi palīdzību.