

Automatický zavlažovací systém

¹Adam ŠTOFANÍK, ²Marián ŠPINLER, ³Patrik JACKO, ⁴Ján MOLNÁR

^{1, 2, 3, 4} Katedra teoretickej a priemyselnej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky TU Košice, Slovenská republika

¹adam.stofanik@student.tuke.sk, ²marian.spinler@student.tuke.sk, ³patrik.jacko.2@tuke.sk,
⁴jan.molnar@tuke.sk

Abstrakt — Automatický zavlažovací systém je zariadenie, ktoré automaticky zavlažuje napríklad kvetináč alebo trávnik tak aby do toho človek nemusel zasahovať. Ďalšou funkciou je merať hodnoty pomocou snímačov, napríklad teplota a vlhkosť vzduchu a vlhkosť pôdy. A doplnkovou funkciou je vzdialené manuálne polievanie cez Bluetooth.

Kľúčové slová: — Automatické zariadenie, Bluetooth, snímače, trávnik

An automatic irrigation system

Abstract — An automatic irrigation system is a device that automatically irrigates, for example, a flower pot or a lawn so that one does not have to interfere. Another function is to measure the values using sensors, such as temperature and humidity, and soil moisture. And the additional feature is remote manual watering via Bluetooth.

Keywords — Automatic equipment, Bluetooth, lawn, sensors

I. ÚVOD

Zavlažovací systém môže nájsť v súčasnosti široké využitie, nakoľko aplikovať ho môžeme do väčších priestorov, napríklad fariem na pestovanie zeleniny, využitie pri automatizovanom zavlažovaní na záhradkách a v skleníkoch.

II. NÁVRH RIEŠENIA

Cieľom práce je zostrojiť produkt zavlažovacieho systému. To je hardvér, pomocou ktorého sa bude riadiť proces zavlažovania rastliny. Zahŕňa to Arduino, ktoré je hlavným riadiacim prvkom systému, modul reálneho času, snímač okolitej teploty a vlhkosti, snímač vlhkosti pôdy s prevodníkom, LCD displej s prevodníkom, relé, ktoré spína čerpadlo polievania a čerpadlo dopĺňania vody do nádrže.

Čerpadlo pre polievanie je položené na dne nádrže a vedie z neho hadička do kvetináča. Tento model konkrétne nebude obsahovať druhé čerpadlo pre dopĺňanie vody ale, bude tam iba predpríprava pre to čerpadlo a to bude relé, ktoré ho ma spínať a tlačidlo, ktoré to zopne. Takže dopĺňanie vody bude riešene pomocou lieviku, ktorý bude nasunutý na hadičku namiesto čerpadla.

K hardvéru je potrebné naprogramovať softvér pre Arduino v programovacom jazyku Wiring. A taktiež ovládanie v aplikácii Bluetooth Electronics pre Android zariadenia

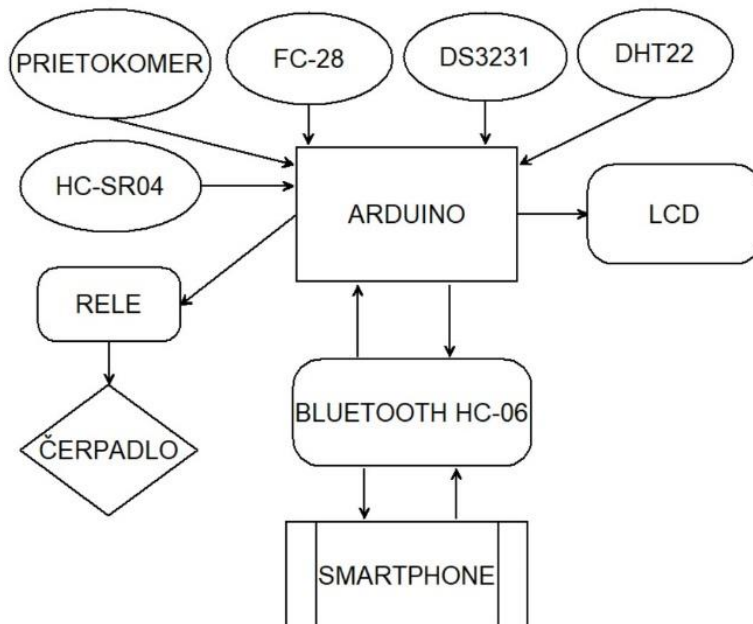
Zhotoviť konštrukciu, ktorou bude nádrž (vedro), na ktorom bude pripevnená krabica s hardvérom.

Doplnkom tohto produktu bude ovládanie cez spomenutú Bluetooth aplikáciu, v ktorej bude možnosť spustenia manuálneho polievania, nastavenie času polievania a taktiež dĺžky polievania. Ďalej tam bude možnosť nastavenia maximálnej hĺbky nádrže aby snímač vedel kedy je nádrž prázdna a nakoniec

informácia o stave nádrže (udávaná v %) a vlhkosti pôdy (udávaná v %) pre používateľa.

III. HARDVÉR ZAVLAŽOVACIEHO SYSTÉMU

Hardvér systému môžeme rozdeliť na riadiacu časť, snímače, akčné členy, výkonové členy, napájací zdroj, zobrazovacia jednotka a diaľkové ovládanie. Bloková schéma hardvérovej časti zavlažovacieho systému je zobrazená na nasledujúcom obrázku



Obr. 1 Bloková schéma systému

Riadiaca časť

Celý systém je riadený Arduinom MEGA 2560. Zvolili sme si ho preto že, má dostatok kontaktov pre všetky zariadenia a je najvýkonnejšie zo všetkých dostupných možností.

Snímače

Dokopy sa v systéme nachádza 5 snímačov. Začneme snímačom resp. modulom reálneho času DS3231, ktorý obsahuje aj snímač teploty ale, my sme použili snímač DHT22, ktorý nám sníma teplotu a vlhkosť okolitého vzduchu. DHT22 je upevnený vonku z krabičky s hardvérom aby teplota iných zariadení neovplyvňovala hodnotu teploty, ktorú chceme snímať. Ďalším snímačom, ktorý sme použili je snímač vlhkosti ale tentokrát je to vlhkosť pôdy sa nazýva FC-28 pre jeho použitie potrebujeme prevodník a zosilňovač signálu LM393. Pre počítanie objemu spotrebovanej vody, ktorá sa priviedla do nádrže sme použili prietokomer, ktorého funkčnosť je založená na Hallovom princípe. A nakoniec posledný snímač, ktorý tento hardvér obsahuje je ultrazvukový snímač HC-SR04, ktorý sníma výšku hladiny vody v nádrži.

Akčné členy

Jediným akčným členom je dvojkanálové relé, ktoré má za úlohu spínať čerpadlo polievania a dopĺňania vody do nádrže.

Výkonové členy

Výkonovým členom v tomto systéme je čerpadlo, ktoré vykonáva polievanie a dopĺňanie vody do nádrže. Čerpadlo pre polievanie je napájané 12V a jeho prečerpávací výkon je 15 litrov za minútu. Z čerpadla je vyvedená hadica do kvetináča alebo iného objektu, ktorý chceme automaticky zavlažovať.

Napájací zdroj

Napájanie celého riadiaceho systému a taktiež aj čerpadiel je zabezpečené transformátorom zo sieťového napätia 230V na jednosmerných 12V. Transformátor dokáže dodať maximálny prúd 2,5A s

maximálnym výkonom 30W, čo je pre tento systém úplne postačujúce.

Zobrazovacia jednotka

Všetky informácie, ktoré meriame resp. snímame môžeme vidieť na znakovom LCD displeji s prevodníkom I2C. Displej má 4 riadky a na jeden riadok sa zmestí maximálne 20 znakov.

Diaľkové ovládanie

Ako už bolo hore vyššie spomenuté, tak sa jedná o doplnkový prvok, bez ktorého by sa systém vedel zaobísť keďže ho pre svoju činnosť a riadenie nepotrebuje. Ovládanie je zabezpečené pomocou Bluetooth komunikácie s Android zariadením s aplikáciou Bluetooth Electronics.

IV. SOFTVÉR ZAVLAŽOVACIEHO SYSTÉMU

Základnou úlohou softvéru, ktorý riadi tento celý systém je automaticky zavlažovať na základe prednastaveného času, a vlhkosti pôdy (ak je menšia ako 40%). Aktuálny čas a dátum so skratkou dňa môžeme vidieť v hornej časti displeja.

Ďalej je dôležité snímať výšku hladiny nádrže a blokovat' spustenie čerpadla. Následne keď je nádrž prázdna oznámiť to používateľovi vypísaním hlásenia v ľavej spodnej časti displeja: „Dolej vodu!“ na zobrazovaciu jednotku. Toto hlásenie sa ukáže, keď je v nádrži menej ako 30% vody. Ak je vody viac ako alebo sa úroveň hladiny rovná 30%, tak vtedy systém vypíše informáciu pre používateľa „Dostatok vody“. Ak hladina vody dosiahne hodnotu väčšiu ako je 80%, tak sa na displeji ukáže hláška: „Nádrž plná!“. Vtedy už sa do nádrže nesmie dolievať voda pretože by sa mohla dostať do ultrazvukového snímača, ktorý nie je vode odolný a mohlo by dôjsť k jeho poškodeniu.

Automatické zavlažovanie sa nastavuje v programe alebo po pripojení cez *Bluetooth* priamo v aplikácii, ale toto nastavenie funguje len do vtedy kým je hlavné riadiace zariadenie pripojené k napájaniu. Podobne funguje aj nastavenie dĺžky zavlažovania a nastavenie maximálnej hĺbky nádrže.

Ďalšou celkom dôležitou funkciou systému je počítat' objem spotrebovanej vody v litroch. To zabezpečuje prietokomer, ktorý generuje impulzy a tie sú privedené na digitálny vstup *Arduina*. Program tieto impulzy spočíta a pomocou prepočtu, ktorý je na obr. 2, zistí koľko vody cez neho prešlo do nádrže. V programe sme si to nazvali ako funkcia typu *float* s názvom *spotrebaVody()*, funkcia vracia objem vody v litroch. Na displeji môžeme nájsť tento údaj za skratkou „SV:“ ako spotreba vody.

```
byte sensorInterrupt = 0; // 0 = digital pin 2
byte sensorPin = 2;
float calibrationFactor = 6.5; //zmenit v prípade nepresného merania
volatile byte pulseCount;
float flowRate;
unsigned int flowMilliLitres;
float totalMilliLitres;
float totalL;
unsigned long oldTime;

float spotrebaVody() {
  if ((millis() - oldTime) > 1000) {
    detachInterrupt(sensorInterrupt);

    flowRate = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount) / calibrationFactor;

    oldTime = millis();

    flowMilliLitres = (flowRate / 60) * 1000;

    totalMilliLitres += flowMilliLitres;
    totalL = totalMilliLitres / 1000;
    unsigned int frac;
    pulseCount = 0;

    attachInterrupt(sensorInterrupt, pulseCounter, FALLING);
    return totalL;
  }
}
```

Obr. 2 Funkcia pre počítanie objemu spotrebovanej vody, ktorá sa naliata resp. napustila do nádrže

Okrem toho tam ďalej môžeme vidieť koľko stupňov Celzia má teplota okolitého vzduchu a taktiež akú má vlhkosť. Tieto údaje sú zobrazené hneď pod aktuálnym časom a dátumom.

V pravej spodnej časti displeja je zobrazený čas automatického zavlažovania za skratkou „P:“ a dĺžka zavlažovania v sekundách za skratkou „DP:“. Tieto údaje sú predvolené na hodnoty, ktoré sú na Obr. 3.



Obr. 1 Ukážka ako vyzerá zobrazenie údajov na LCD displeji

V. BLUETOOTH KOMUNIKÁCIA A OVLÁDANIE

Možno sa pýtate prečo práve Bluetooth komunikácia? Samozrejme nápadov ako to celý nejak ovládať na diaľku bolo viac ale, toto nám prišlo ako najjednoduchšia, najlacnejšia a čo sa týka rýchlosti prenosu údajov postačujúca voľba v porovnaní s WiFi alebo nejakým web serverom. Ako už bolo spomenuté, riadenie systému nie je závislé na tomto ovládaní a dokáže sa riadiť samé. Toto ovládanie je len doplnkové a má nasledovné možnosti.



Obr. 4 Ovládač automatického zavlažovacieho systému pomocou Android aplikácie Bluetooth Electronics

Celý ovládač obsahuje spolu len 2 tlačidlá, 4 terminály a 2 indikátory.

Prvé, červené tlačidlo je na zopnutie *relé*, ktoré má spustiť čerpadlo pre plnenie nádrže. *Relé* zopne len vtedy ako je stav nádrže menší ako 80%. V prípade že prekročí hodnotu 80% čerpadlo sa vypne. Druhé, modré tlačidlo je na zopnutie manuálneho zavlažovania a to taktiež pomocou *relé*. Tlačidlo funguje len v prípade že, je stav nádrže väčší ako 30% a vlhkosť pôdy v kvetináči menšia ako 40%.

V spodných častiach ovládania sa nachádzajú terminály na odoslanie informácie pre zmenu predvolených nastavení systému. Z ľavej strany je prvý terminál, ktorým môžeme zadať a odoslať rozmer v cm pre maximálnu hĺbku nádrže v prípade že, sa nádrž vymenila. Vedľa neho je hneď terminál na odoslanie hodnoty v sekundách pre nastavenie dĺžky zavlažovania. A nad týmto nastavením sú dva terminály pre zadanie a odoslanie, ak chce používateľ zmeniť čas (hodinu a minútu) automatického zavlažovania.

V strednej časti obrazovky sú indikátory. Jeden zobrazuje stav nádrže v % a ten druhý vlhkosť pôdy v %. Tieto indikátory slúžia na to aby používateľ vedel aký je stav v kvetináči a nádrži a mohol doplnkovo spustiť zavlažovanie manuálne, s tým že nemusí nič robiť len ťuknúť na jeho smartphone.

VI. KONŠTRUKCIA

Hlavné riadiace zariadenie a niektoré moduly spolu s kabeľážou sú umiestnené v plastovej krabici, ktorá je položená na transformátore. To celé je upevnené na vežu nádrže. Na vežu je taktiež upevnený prietokomer a snímač výšky hladiny spolu s *relé* modulom. Nádržou je vedro s objemom približne 4 litre.

Na Obr. 5 môžeme vidieť už hotový systém automatického zavlažovania.



Obr. 5 Automatický zavlažovací systém

VII. ZÁVER

Hlavným cieľom tohto článku bolo navrhnuť automaticky zavlažovací systém, ktorý je určený na zavlažovanie rastlín. Prínosom tohto konceptu je to, že systém vie užívateľa informovať o množstve zavlažovacej vody v nádrži a o stave spotrebovanej vody. Pre komunikáciu s užívateľom je navrhnutý program, ktorý pomocou mobilnej aplikácie informuje užívateľa o základných parametroch systému.

POĎAKOVANIE

Tento článok vznikol za podpory projektu FEI-2018-50.

LITERATÚRA

- [1] Šášik, R.: DHT11 a DHT22 – meranie teploty a vlhkosti. Arduino po slovensky, [cit. 14. mája 2017]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): <https://www.arduinouposlovensky.sk/projekty/dht11-a-dht22/>
- [2] N.: Arduino Soil Moisture Sensor along with a Nokia 5110 LCD. educ8s.tv, [cit. Január 12, 2017]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): <http://educ8s.tv/arduino-soil-moisture-sensor/>
- [3] c.: How to Use Water Flow Sensor - Arduino Tutorial. instructables circuit, [cit. 2. 5. 2018]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): <https://www.instructables.com/id/How-to-Use-Water-Flow-Sensor-Arduino-Tutorial/>
- [4] f.: How to Receive Arduino Sensor-Data on Your Android-Smartphone. instructables circuit, 6. 7. 2017, [cit. 6. 7. 2017]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): <https://www.instructables.com/id/How-to-Receive-Arduino-Sensor-Data-on-Your-Android/>
- [5] D.: Arduino and DS3231 Real Time Clock Tutorial. How to mechatronics, [cit. August 19, 2016]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): <https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/arduino-ds3231-real-time-clock-tutorial/>
- [6] K.: Bluetooth Electronics from KEUWLSOFT. Keuwl.com, [cit. 20. 8. 2013]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): <http://www.keuwl.com/electronics/rduino/bluet/05-ultrasonic-distance/>
- [7] K.: Welcome to Keuwl.com. Keuwl.com, [cit. 20. 1. 2013]. Dostupné na webovskej stránke (world wide web): <http://www.keuwl.com/index.html>.
- [8] Guzan M., Špaldonová D., Hodulíková A., Tomčíková I., Gladyr A.: Boundary Surface and Load Plane of the Ternary Memory, In: Electromechanical and energy saving systems. Vol. 15, no. 3 (2011), p. 163-167. - ISSN 2072-2052
- [9] Bereš M., Perduľak J., Kováč D.: Autonomous mobile robot with obstacles prediction In: SSIEE 2014 : proceeding of scientific and student's works in the field of Industrial Electrical Engineering : volume 3. - Košice : TU, 2014 S. 166-169. - ISBN 978-80-553-1711-4
- [10] Kováčová I., Kováč D., Vince T.: Elektromagnetická kompatibilita - 1. vyd - Košice : TU, - 2009. - 137 s. - ISBN 978-80-553-0150-1.
- [11] Džiak, J. : Linear circuit simulation using MATLAB and modeling of nonlinear elements, In: SCYR 2014 Proceeding from Conference: 20.5.2014: Herľany, S. 70 - 71, Košice : Technická univerzita v Košiciach, 2014 /978-80-553-1714-4/.