

DISPOZITIV ELECTRONIC BAZAT PE MICROPROCESOR PENTRU MONITORINGUL ECOLOGIC

S.Șișianu, PhD, assoc.prof., V.Verjbitskii, PhD, assoc.prof., T.Șișianu, Dr.Sc., cor.member of AȘM,
E.Lazari

Technical University of Moldova

INTRODUCERE

Inundațiile sunt fenomenele naturale care fac parte din seria celor mai devastatoare calamități naturale ce au loc anual. Mai mult decât atât, sunt printre cele mai frecvente și mai costisitoare dezastre naturale, în privința suferințelor oamenilor și pierderilor economice. Nu mai puțin de 90% din pagubele provocate de hazardele naturale (excluzând seceta) sunt cauzate de inundații și fluxurile de moloz asociate acestora. În perioada 1988-1997, inundațiile au costat Statele Unite, în medie, 3.7 miliarde de dolari anual. Media anuală de decese în perioada 1940-1999 este 110, în principal din cauza inundațiilor neprevăzute [1]. Inundațiile din România au cauzat pagube de 700 milioane de euro în anul 2011, iar suma totală a pagubelor în urma inundațiilor din țară, din ultimul deceniu, atinge 6 miliarde de euro [2]. În 2008 și 2010 acestea au adus mari pagube și în Republica Moldova.



Figura 1. Consecințe ale inundațiilor din 2008, RM.

Posibilitatea prevenirii inundațiilor implică alcătuirea diferitor proiecte de pregătire a populației pentru hazardul care urmează să apară. În scopul prevenirii inundațiilor, la nivel local, un element foarte informativ este creșterea nivelului apei din bazinele acvatice. Deci, verificând și monitorizând variația nivelului apei dintr-un oarecare bazin acvatic, putem analiza starea de volum acvatic al acestuia și "prevesti", în cele din urmă, acest devastator hazard natural.

2. METODA UTILIZATĂ

Ideea de bază constă în determinarea distanței dintr-un punct până la suprafața apei și detectarea

modificării acestei distanțe. Deci fixând dispozitivul deasupra apei și efectuând măsurări continue, din același punct, atunci când determinăm Pentru realizarea sarcinii propuse s-a ales a fi utilizată metoda ultrasonică de determinare a distanței până la un obiect, așa cum funcționează sonarul pe bordul navelor maritime. Deci, ideea de bază constă în generarea unui semnal ultrasonic, emiteria acestuia, recepționarea ecoului (semnalului reflectat), determinarea timpului de propagare a semnalului din momentul în care acesta a fost emis până în momentul de timp în care a fost recepționat ecoul acestuia. Transformând valoarea obținută a timpului de propagare a semnalului în distanță și efectuând aceste măsurări în mod repetat putem observa variația nivelului apei din bazin.

Faptul că semnalul utilizat este ultrasonic și interfața apă – aer acționează asemenea unui reflector reduce dispersia/atenuarea semnalului, ceea ce înseamnă că avem posibilitatea să obținem o precizie înaltă a rezultatelor. Semnalul reflectat trebuie achiziționat, prelucrat și convertit într-un rezultat informativ și util.

3 PĂRȚILE COMPONENTE

În linii generale dispozitivul va fi alcătuit din 3 părți (fig. 2):

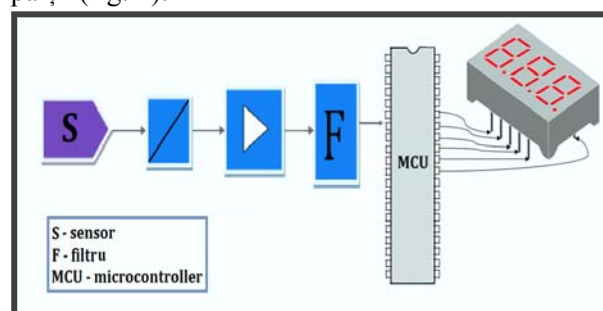
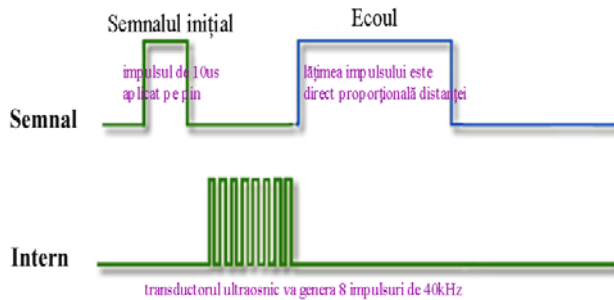


Figura 2. Schema bloc a dispozitivului.

- partea de generare și recepționare a semnalului;
- partea de prelucrarea a datelor achiziționate;
- partea de afișare a rezultatului obținut.

Partea de generare și recepționare a semnalului este realizată pe baza senzorului acustic HC-SR04 [3]. Acesta emite un impuls ultrasonic scurt (în momentul de timp t_0), care fiind reflectat de suprafața obiectului este recepționat de către senzor. Distanța se calculează reieșind din intervalul

de timp trecut din momentul t_0 până la recepționarea ecoului și din viteza sunetului în mediul respectiv.



Viteza sunetului în aer, $v_{aer} = 340m/s$.

Figura 3. Diagrama semnalelor.

Senzorul recepționează semnalul reflectat (ecoul) convertindu-l în distanță, care se codifică prin perioada semnalului electric de la ieșirea receptorului. Următorul impuls poate fi emis doar după dispariția ecoului. Acest interval de timp se numește "cycle period". Timpul de pauză între semnalele emise se recomandă a fi nu mai mic de 50ms. Dacă pe pinul de semnal (Trig) se aplică un impuls cu durata de $10\mu s$, modulul ultrasonic va emite 8 pachete de semnal ultrasonic cu frecvența de 40KHz și va aștepta să detecteze ecoul. Distanța măsurată d poate fi calculată prin determinarea intervalului de timp t dintre momentul de timp t_0 și momentul de recepție a ecoului:

$$d = \frac{t(\mu s)}{2}, \text{ (cm)} \quad (1.1)$$

sau prin determinarea lățimii impulsului recepționat L :

$$d = \frac{L(\mu s) \cdot v_{aer}}{2}, \text{ (cm)} \quad (1.2)$$

Pentru a realiza conexiunea senzorului ales cu controller-ul se vor utiliza patru fire electrice conectate la cei patru pini ai senzorului (Vcc, Trig, Echo și Gnd). Primul pin (Vcc) și al patrulea (Gnd) se vor conecta la alimentarea (+5V) și masa comună a sistemului. Al doilea pin (T_{rig}) este pinul pe care se aplică impulsul care reprezintă semnalul inițial. Acest impuls va avea o durată de cca $20\mu s$ și va avea rolul de a excita membrana emițătorului pentru a forma undele acustice și a trimite semnalul. Semnalul generat va fi scos pe pinul PD7 al MCU – lui, ceea ce înseamnă că pinul T_{rig} va fi conectat cu pinul PD7. Iar al treilea pin, Echo, reprezintă "ieșirea" receptorului, deci este pinul prin care ecoul recepționat se transmite spre MCU pentru prelucrare.

Pentru a realiza partea de prelucrare a datelor achiziționate vom utiliza un microcontroller-ul ATmega16 [4] din cele mai simple motive: este accesibil pe piața locală, are

prețul satisfăcător și corespunde cerințelor pe care le avem.

Pentru partea de afișare a rezultatului obținut vom utiliza un display alfanumeric (2x16) caractere WH1602A [5] fabricat de compania Winstar. Alegerea a fost efectuată având în vedere aceleași lucruri (preț redus, accesibilitate, simplitate).

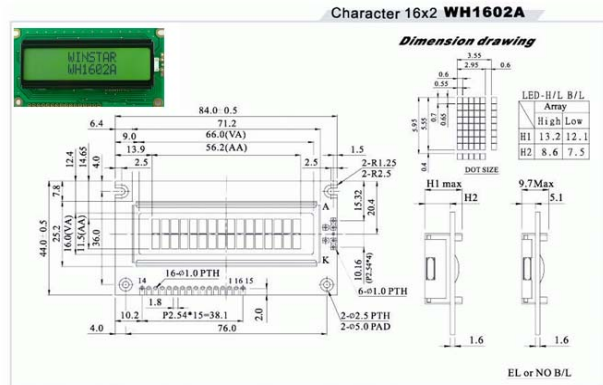


Figura 4. Display – ul Winstar WH1602A.

Acest LCD are 2 rânduri (linii) și 16 coloane. Datele pentru afișare pot fi trimise în două moduri: pe 8 biți sau pe 4 biți. Controlul și comanda acestuia se realizează prin intermediul a cei 16 pini.

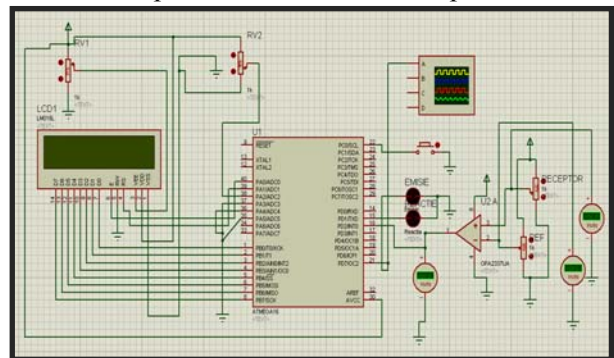


Figura 5. Interfața LCD ↔ MCU.

Interfața LCD ↔ MCU. În primul rând, între microcontroller și LCD există o mare discrepanță de viteză. MCU – ul este mult mai rapid decât LCD – ul, de aceea programul scris pe MCU trebuie să fie "conștient" de acest lucru și să compenseze timpul în care LCD – ul este ocupat pentru a executa funcția sau comanda care a primit-o anterior. Din fericire, starea afișorului poate fi determinată prin verificarea bitului Busy Status. Pentru a realiza conexiunea display-ului cu MCU – ul vom utiliza portul B al microcontroller – ului conectând fiecare din pinii acestuia cu fiecare din cei 8 pini de date ai afișorului în ordine consecutivă, deci DB0 cu PB0, DB1 cu PB1, DB2 cu PB2, ... și DB7 cu PB7 (Fig.5). Pinii de control E și RS vor fi conectați la pinii PA0 și PA1 ai controller-ului, iar pinul R/W poate fi conectat la terminalul GND, deoarece vom utiliza display – ul doar în regim de "Write Mode",

care se setează cu aplicarea “zero-ului” logic pe acest pin. În cele din urmă, am realizat interfața LCD ↔ MCU având întregul port B al microcontroller –ului ca port de transfer de date, iar primii doi pini ai portului A – ca pini de control.

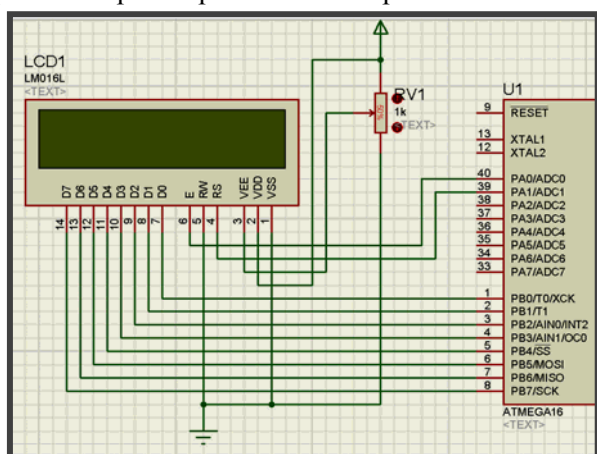


Figura 6. Schema electrică principală a sistemului

4. TESTAREA SENZORULUI ACUSTIC

Efectuând o serie de măsurări, utilizând un osciloscop digital, putem observa variația lățimii ecoului venit pe receptor în funcție de distanță. Pentru aceasta vom efectua o serie de măsurări la diferite distanțe, înregistrând de fiecare dată perioada ecoului recepționat și valoarea respectivă indicată pe LCD. Datele obținute se vor introduce într-un tabel (Tabelul 1).

Tabelul 1. Măsurarea perioadei ecoului la diferite distanțe.

Distanța afișată pe display, cm	Lățimea impulsului, μs
	165
9	450
14	780
30	1600
76	4200

ecoului recepționat.

După efectuarea acestor măsurări și înregistrarea datelor obținute vom construi graficul dependenței distanței măsurate de lățimea impulsului

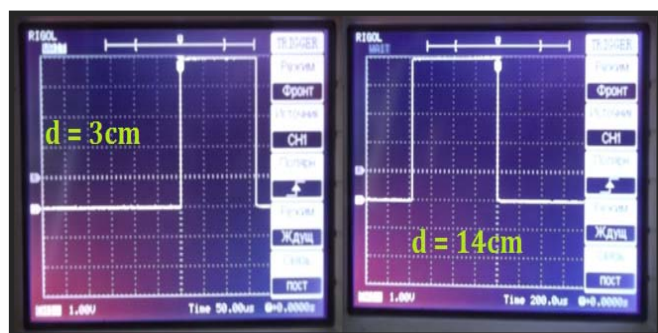


Figura 7. Ecolul recepționat la diferite distanțe

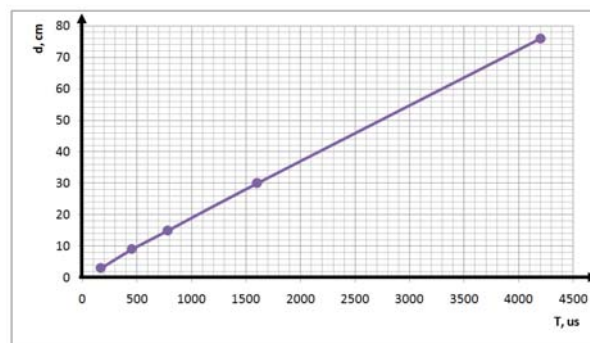


Figura 8. Dependența distanței de perioada ecoului recepționat.

CONCLUZII

Dispozitivul electronic realizat determină distanța din locul în care acesta este fixat până la suprafața apei și afișează rezultatul pe un LCD. Rezultatele obținute în urma efectuării testelor și măsurărilor sunt destul de reușite, cu valori corespunzătoare celor reale, ceea ce demonstrează faptul că sistemul funcționează bine. Dispozitivul determină distanța de la 3cm până la (3-4)m și poate fi utilizat oriunde este nevoie de determinat distanța până la un oarecare obiect. Distanța maximă determinată în cadrul experimentelor de testare are valoare de 394cm.

Unul din obiectivele proiectului a fost și conectarea ulterioară a dispozitivului la un computer și crearea unui soft respectiv, care ar permite transferarea datelor obținute la computer și stocarea rezultatelor, însă, din mai multe motive, această sarcină a rămas deschisă încă, ceea ce presupune că rămâne o direcție de dezvoltare a dispozitivului. Actualitatea problemei și încadrarea lucrării în domeniul tematic respectiv sporește și mai mult importanța microelectronice de acest gen, ceea ce confirmă încă o dată faptul că un asemenea dispozitiv are direcții de dezvoltare și perspective în utilizare, cum ar fi transformarea acestui dispozitiv simplu, ieftin și micuț într-un sistem complex, conectat la computer și înzestrat cu capacitatea de a transmite către computer datele obținute în formă tabelară, statistici, diagrame, etc.

Bibliografie

- www.habitat.ro/files/resurse/inundatii_-_cauze_sfurturi_masuri.pdf
- www.studentie.ro/campus/colocviu_caesar_mediu_2030_despaduriri_inundatii_incalzire_globa_l/c-1363-a-144028
- www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf
- <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/78532/ATMEL/ATMEGA16.html>
- www.winstar.com.tw/products_detail_ov.php?lang=ru&ProID=21

Recomandat spre publicare: 24.01.2014.