

Teme de proiect la disciplina Sisteme Încorporate

Anul universitar 2021 – 2022

Subgrupele: 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 6.1, 6.2, 7.1, 7.2

Coordonator: ș.l. dr. ing. Sergiu NIMARĂ

I. Proiecte practice pe plăcile de dezvoltare Dragon12 – Plus2 cu microcontroler MC9S12DG256

1. Sistem de autentificare cu parolă pe placa Dragon12 – Plus2 (2 studenți)

Caracteristici:

- La inițializarea sistemului, acesta se află în starea „locked” (nu permite comanda actuatorilor de pe placă sau citirea senzorilor), iar rangurile portului de uz general care comandă LED-ul RGB de pe placă sunt setate ca intrări (LED inactiv); utilizatorului îi este cerută introducerea parolei prin afișarea unui mesaj pe LCD;
- Utilizatorul poate introduce parola folosind tastatura plăcii Dragon12 și are la dispoziție 3-5 încercări;
- La o introducere greșită a parolei, LED-ul RGB se aprinde în culoarea roșie și numărul de încercări rămase este decrementat;
- La o introducere corectă a parolei, LED-ul RGB se aprinde în culoarea verde și se afișează pe LCD un mesaj corespunzător, sistemul schimbându-și starea în „unlocked”;
- Doar atunci când sistemul este „unlocked”, utilizatorul poate folosi placa pentru comanda unui actuator sau pentru citirea datelor de la un senzor (la alegerea studentului) ;
- Pentru stocarea parolei se va încerca implementarea unui algoritm de criptare, astfel încât să se evite salvarea ei în plaintext.

2. Implementarea jocului Hangman (Spânzurătoarea) pe placa Dragon12 – Plus2 (2 studenți)

Caracteristici:

- La începutul jocului se generează un cuvânt aleator de lungime variabilă (aleasă de studenți) și, pentru fiecare caracter din cuvânt, se afișează „_” pe prima linie a afișajului LCD.
- Utilizatorul trebuie să ghicească cuvântul, având 6 încercări.
- Caracterul dorit este ales de utilizator, la un moment dat, prin folosirea a 3 butoane (pushbuttons): un buton este folosit pentru parcurgerea caracterelor în ordine alfabetică (fiecare apăsare determină trecerea la următoarea literă), un buton va parcurge caracterele în ordine inversă, iar cel de-al treilea buton va confirma selecția caracterului dorit. Dacă respectiva literă se află în cuvânt, pe pozițiile corespunzătoare din cuvânt se va afișa acea literă, în loc de „_”.
- În cazul în care caracterul nu se află în cuvânt, numărul de încercări rămase este decrementat. Numărul de încercări se afișează pe LED-uri sau pe un rang din afișajul cu 7 segmente. În momentul în care numărul de încercări rămase ajunge la

0, afișajele cu 7 segmente se vor aprinde într-o configurație specială: de exemplu se aprind segmentele de pe exterior (a,b,c,d,e,f) pe rând, cu viteză mare.

- Jocul se termină în momentul în care cuvântul a fost ghicit sau numărul de încercări a ajuns la 0, afișându-se un mesaj corespunzător pe LCD.

3. Implementarea jocului X și 0 pe placa Dragon12 – Plus2, utilizând comunicația prin portul serial (2 studenți)

Caracteristici:

- Cei doi jucători sunt reprezentați de utilizatorul PC-ului și de placa Dragon12.
- Programul va implementa următoarele funcții:
 - Afișare mesaj de întâmpinare cu regulile jocului; pozițiile de pe tabla de joc vor fi notate de la 1 la 9;
 - Preluare alegere utilizator – utilizatorul va indica o poziție de la 1 la 9
 - Alegere Dragon12 – programul va genera aleatoriu o alegere validă;
 - Verificare victorie sau remiză – dacă este îndeplinită una dintre condiții se va afișa un mesaj corespunzător și jocul va fi reinițializat;
 - Afișare tablă de joc – după fiecare alegere efectuată, se va afișa tabla de joc.
- Derularea jocului se va realiza sub forma unui dialog în monitorul pentru interfața serială, utilizând un program pentru ascultarea portului serial, precum Tera Term, PuTTY, etc.

4. Stație meteo simplificată, care afișează valoarea temperaturii și a intensității luminoase pe afișajul LCD al plăcii Dragon12 – Plus2. (2 studenți)

Caracteristici:

- Se va folosi unul dintre senzorii de temperatură MCP9701A sau LM45, existenți pe placa de dezvoltare disponibilă în laborator;
- Se va folosi senzorul de lumină (fototranzistor) existent pe placă;
- Se vor afișa pe LCD-ul plăcii: temperatura citită de la senzor și valoarea intensității luminoase;
- În momentul în care temperatura crește peste o valoare de prag (stabilită de studenți), utilizatorul va fi alertat prin aprinderea afișajelor cu 7 segmente într-o configurație specială, de exemplu se aprind segmentele de pe exterior (a,b,c,d,e,f) pe rând, cu viteză mare;
- În momentul în care intensitatea luminoasă este mai mică decât o valoare de prag (stabilită de studenți), se va acționa o alarmă sonoră, folosind difuzorul integrat pe placă;
- Ulterior, proiectul poate fi extins prin adăugarea altor tipuri de senzori externi, la alegerea studenților (exemplu: senzor pentru măsurarea umidității, senzor pentru măsurarea concentrației de monoxid de carbon sau de metan din aer, etc).

5. Implementarea unui calculator pentru operații aritmetice de bază pe placa Dragon12 (2 studenți)

Caracteristici:

- Se va folosi tastatura integrată pe placa Dragon12 pentru introducerea operanzilor și a operatorilor;
- Se vor implementa cel puțin cele 4 operații aritmetice de bază (adunare, scădere, înmulțire, împărțire);
- Operanzii, operatorii și rezultatul vor fi afișate pe LCD-ul plăcii;
- Se va asigura afișarea rezultatelor care sunt numere întregi, precum și a celor reale;
- Se va afișa un mesaj de eroare în cazul împărțirii la 0.

II. Proiecte practice folosind alte kit-uri cu microcontrolere, la alegerea studenților (Arduino, PIC, Raspberry PI, etc)

1. Sistem de monitorizare a numărului de locuri libere într-o parcare, implementat cu ajutorul unei machete demonstrative și incluzând o barieră comandată de un servomotor (2 studenți)

Caracteristici:

- Se vor utiliza fotodiode sau senzori de detecție a obiectelor reflectorizante („reflective object sensors”) sau senzori cu ultrasunete pentru detectarea mașinilor care intră și ies. Se pot folosi alte tipuri de senzori conform cu decizia proiectantului.
- Modalitatea de legare a senzorilor va cuprinde cât mai puține fire (se vor alege interfețe seriale, precum I2C, CAN, LIN etc).
- Se va asigura afișarea numărului de locuri libere din parcare (afișaje cu segmente sau matrice de LED-uri sau afișaj LCD).
- Numărul inițial al locurilor libere de parcare va fi prestabilit.
- Aplicația va dispune de 2 LED-uri: unul din ele va fi pornit atâta vreme cât mai există locuri libere, al doilea va fi pornit când nu vor mai fi locuri disponibile în cadrul parcarii. Nu este posibilă pornirea concomitentă a celor două LED-uri.
- Demonstrarea practică a proiectului va include o machetă cu un anumit număr de locuri de parcare delimitate, iar la intrarea în parcare va fi montată o barieră comandată de un servomotor. Accesul unui automobil în parcare este permis prin ridicarea barierei doar dacă mai este cel puțin un loc liber disponibil. La fiecare ridicare a barierei pentru intrare în parcare, numărul de locuri libere disponibile va fi decrementat, iar la fiecare ridicare a barierei pentru ieșire din parcare, numărul de locuri libere va fi incrementat.
- Codul sursă va trebui să țină cont în redactare de constrângerile specifice care pot apărea în cadrul unui sistem încorporat.

2. Aplicație Sonar / Radar folosind un senzor ultrasonic, un servomotor și o interfață grafică (2 studenți)

Caracteristici:

- Sistemul va dispune de un senzor ultrasonic care se poate roti, cu o viteză constantă, în jurul unui ax, pentru a acoperi un anumit unghi de vizibilitate, de exemplu de la 15 grade până la 165 grade. Aceasta se poate realiza montând senzorul ultrasonic pe un servomotor comandat de microcontroller.
- Se va măsura o distanță cuprinsă între 10 și 70 – 100 cm; senzorul ultrasonic va măsura în permanență distanța până la obiectele din jurul lui, în timp ce se rotește cu viteză constantă, realizând astfel o baleiere permanentă a zonei de vizibilitate, similar cu un sistem radar. Pe baza măsurătorilor de distanță obținute, se va realiza o cartografiere în timp real a zonei din jurul senzorului, care va fi reprezentată grafic printr-o aplicație care va rula pe computer / laptop / tabletă / smartphone (de exemplu, în varianta cea mai simplă, se afișează cu verde zonele în care nu au fost detectate obiecte și cu roșu zonele în care este câte un obiect, afișând și valoarea unghiului sub care este detectat acel obiect).
- Simpla afișare a distanței până la obiecte nu este suficientă pentru promovarea proiectului. Se cere obligatoriu și realizarea aplicației grafice. Modul de implementare al acesteia este la alegerea studenților, de exemplu poate fi un program C# care rulează pe un laptop sau computer desktop, poate fi o aplicație web grafică în browser sau poate fi o aplicație grafică Android care rulează pe un dispozitiv mobil.

3. Implementarea jocului Battleship, folosind un microcontroler și o matrice cu LED-uri bicoloră de dimensiune suficient de mare (2 studenți)

Caracteristici:

- Se va împărți afișajul în două regiuni egale, una pentru fiecare jucător;
- Se vor genera cel puțin două forme diferite de nave / vapoare pentru fiecare jucător, plasate aleator pe spațiul de joc;
- Poziția de lovire va fi selectată de un jucător folosind 4 butoane pentru direcțiile stânga, dreapta, sus, jos sau un joystick. Confirmarea poziției se va realiza folosind un alt buton;
- Odata ce un „vapor” a fost lovit și scufundat, led-urile aferente lui se vor aprinde într-o anumită culoare (de exemplu roșu) și vor rămâne aprinse pe toată durata jocului;
- Pozițiile de pe matrice unde s-a încercat o lovire, însă ele au fost libere, vor rămâne aprinse pe toată durata jocului într-o anumită culoare (de exemplu verde).
- În momentul în care un jucător câștigă se va afișa un mesaj / model corespunzător, precum și scorul (este necesară contorizarea scorului printr-un mecanism la alegerea studenților).

4. Implementarea unui joc care presupune ieșirea dintr-un labirint, folosind un microcontroler și o matrice cu led-uri bicoloră de dimensiune suficient de mare (2 studenți)

Caracteristici:

- Studenții vor concepe 3-4 hărți ale unui labirint, care vor fi afișate secvențial pe matricea cu led-uri.
- Personajul care se deplasează prin labirint va fi reprezentat la fiecare moment prin aprinderea unui led de altă culoare decât cele care reprezintă limitele labirintului.
- Se vor utiliza 4 butoane care vor corespunde deplasării personajului în cele 4 sensuri posibile (o apăsare a unui buton corespunde deplasării cu o poziție).
- Se va genera aleator apariția unui obstacol care se poate deplasa, la rândul său, prin labirint. Obstacolul va fi reprezentat printr-un led de altă culoare.
- Jocul se termină cu succes dacă utilizatorul reușește să ghideze personajul prin labirint până la ieșire, evitând obstacolul.

5. Implementarea unui sistem de alarmă bazat pe microcontroler, tastatură, ecran LCD, buzzer, senzori de prezență de tip PIR și servomotor – “passive infrared sensors” (2 studenți)

Caracteristici:

- Sistemul va conține 2 senzori de tip PIR pentru detecția prezenței persoanelor;
- Armarea și dezarmarea sistemului de alarmă se va face cu ajutorul unui cod special introdus de la tastatură; armarea alarmei va acționa servomotorul, presupunând că în realitate acesta acționează un sistem de închidere a unei uși;
- Odată armat, sistemul va detecta prezența unei persoane neautorizate în două încăperi (un senzor în fiecare încăpere) și va afișa câte un mesaj corespunzător pe un afișaj LCD, ca de exemplu: „Alerta camera 1”, „Alerta camera 2”, „Alerta ambele camere”, „Zone libere”, etc.
- Fiecare alertă afișată pe LCD va fi însoțită și de un semnal sonor caracteristic, cu ajutorul unui buzzer; în cazul prezenței celor două alerte simultan, se vor succeda în buclă cele două semnale sonore diferite, cu repetitivitate de 2 – 3 secunde;
- Dacă sistemul este dezarmat, se va afișa un mesaj corespunzător pe LCD, iar buzzer-ul va fi oprit chiar dacă senzorii PIR detectează ceva.

6. Realizarea unei rețele de senzori, folosind standardul de comunicație ZigBee IEEE 802.15.4 (2 studenți)

Caracteristici:

- Rețeaua va conține cel puțin 2 noduri terminale, autonome, alimentate cu baterii / acumulatori care colectează date ambientale folosind senzori de temperatură / umiditate / presiune atmosferică / intensitate luminoasă / parametri referitori la poluarea aerului (la alegerea studenților). Fiecare nod terminal va fi format din doi senzori (la alegere), o

baterie / acumulator și un transceiver XBee / XBee Pro:
https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/ds_xbeezbmodules.pdf

- Nodurile vor transmite datele spre un agregator (gateway / coordinator) format dintr-o placă Arduino (Uno / Mega / Leonardo, etc) și un transceiver XBee. Acesta va fi legat prin cablu serial / USB la computer, iar datele de la senzori vor putea fi vizualizate pe computer fie direct în Serial Monitor, fie într-o aplicație dedicată.

7. Realizarea unei rețele de senzori, folosind standardul de comunicație Bluetooth IEEE 802.15.1 (3 studenți)

Caracteristici:

- Rețeaua va conține cel puțin 2 noduri terminale, autonome, alimentate cu baterii / acumulatori care colectează date ambientale folosind senzori de temperatură / umiditate / presiune atmosferică / intensitate luminoasă / parametri referitori la poluarea aerului (la alegerea studenților). Fiecare nod va conține o placă cu microcontroler Arduino Nano sau alt model asemănător, un acumulator, un modul Bluetooth HC-06 și doi senzori la alegere.
- Nodurile vor transmite datele spre un smartphone. Studenții vor realiza o aplicație mobilă simplificată care va afișa datele recepționate de la fiecare nod într-un format adecvat și le va salva într-o bază de date din cloud (Amazon Cloud, Google Cloud, Google Firebase).

8. Controlul pinilor GPIO ai unei plăci de dezvoltare Arduino sau Raspberry PI dintr-o interfață web (2 studenți)

Caracteristici:

- Interfața web va conține o opțiune de selecție a ieșirilor / intrărilor (GPIO) active de pe placa de dezvoltare. Pinii GPIO nefolosiți vor fi powered-down.
- Interfața web va permite selecția modului de utilizare a fiecărui pin activ al plăcii de dezvoltare: on / off (0 sau 1 logic) sau posibilitate de generare semnal PWM;
- Se va implementa o metodă securizată pentru logarea în interfața web, de exemplu cu Google VPN Authenticator;
- Starea setărilor curente dorite de utilizator va fi salvată fie în memoria EEPROM a microcontrolerului, fie pe un card SD, astfel încât, la întreruperea alimentării, sistemul să repornească din ultima stare stabilă cunoscută.

9. Sistem automat de procesare de imagini pentru recunoașterea video a semnelor de circulație sau a culorilor de la semafor, folosind Raspberry PI și o cameră video atașată (3 studenți)

Caracteristici:

- Se va implementa un algoritm de procesare de imagini în timp real, în Python, bazat pe rețele neuronale, pentru recunoașterea unor semne de circulație, precum „Stop”, „Cedează trecerea”, „Drum cu prioritate”, etc.
- Demonstrarea funcționării practice se va face utilizând machete de semne de circulație, de dimensiuni mici sau o machetă de semafor funcțional, cu 3 culori.
- Se va afișa în consolă / terminal / aplicație dedicată câte un mesaj corespunzător pentru fiecare semn de circulație recunoscut sau pentru fiecare culoare a semaforului.
- Ulterior, proiectul poate fi extins pentru comanda frânării / accelerării roților unui șasiu de machetă de mașinuță.

10. Sistem de tip home automation, bazat pe microcontrolere, senzori și actuatori, cu posibilitate de conectare prin GSM la rețeaua de telefonie mobilă (4 studenți)

Caracteristici:

- Se va folosi o placă de dezvoltare Arduino Due sau alta echivalentă;
- Sistemul va dispune de posibilitatea de monitorizare a valorilor citite de la senzori în timp real printr-o aplicație grafică (aplicația grafică poate fi dezvoltată de studenți de la zero într-un limbaj de programare ales de ei, însă este permisă și utilizarea unui tool automat bazat majoritar pe „drag and drop” pentru crearea rapidă a unei aplicații „la cheie”, cum ar fi: <https://developers.mydevices.com/cayenne/features/>)
- Se vor folosi următoarele tipuri de senzori: cel puțin un senzor de temperatură și umiditate de tip DHT22 sau similar; un senzor pentru măsurarea nivelului de CO2 de tip T6713-6H sau echivalent; un senzor de gaz (metan / propan / butan) MQ-5 sau similar; un alt senzor la alegerea studenților;
- Pentru comunicația GSM, se va folosi un modul dedicat de tip Adafruit Fona 3G (network + GPS), bazat pe chip-ul SIM5320E sau altul similar. Studenții vor concepe un scenariu propriu de alertare a proprietarului casei în momentul apariției unei situații neobișnuite (nivel CO2 neconform, gaz detectat, etc) prin SMS sau apel telefonic;
- Se va folosi și un modul cu alarmă sonoră care va alerta proprietarul casei în momentul apariției unei situații neobișnuite, sincron cu sistemul de alertare prin GSM de la punctul anterior.

Regulament de susținere și predare a proiectelor

Proiectul final va conține documentația completă în format Word / PDF + codul C / Python / asamblare în format electronic.

Documentația va fi scrisă integral în română sau integral în engleză și va cuprinde:

1. Prima pagină cu titlul temei de proiect, numele disciplinei, autorul, anul de studiu;
2. Enunțul și explicarea pe scurt a funcționalităților sistemului creat (ce problemă rezolvă acel sistem cu microcontroller și prin ce modalități o rezolvă);
3. Descrierea plăcii / plăcilor de dezvoltare utilizate în proiect: caracteristici generale, tip de microcontroler (architectura Atmel / PIC / ARM, etc), schema bloc a microcontrolerului și particularitățile acestuia;
Notă: Dacă în proiect s-a folosit, de exemplu, o placă Arduino UNO, dar și una Raspberry PI, se va descrie atât microcontrolerul Atmel de pe Arduino, cât și procesorul ARM de pe Raspberry PI.
4. Arhitectura sistemului - conectarea hardware însoțită de descriere: schema în Proteus / OrCAD / DipTrace / easyEDA / Fritzing sau Tinkercad pentru Arduino (www.fritzing.org / www.tinkercad.com) sau un alt tool similar de tip CAD, care va conține microcontrolerul și toate modulele folosite în proiect;
5. Descrierea detaliată a modulelor microcontrolerului care au fost implicate în realizarea proiectului de față (exemplu: PWM, interfata CAN / SPI / I2C / RS232 / USB, sistemul de întreruperi, timers);
Notă: Pentru proiectele în care nu se folosesc module speciale ale microcontrolerului (niciunul dintre PWM, CAN, SPI, I2C, timers, module capture / compare, ca de exemplu proiectul de control al pinilor GPIO printr-o interfață web, cerința de la punctul 5 se va ignora).
6. Explicarea funcționării sistemului de afișaj ales (schemă + detalii tehnice):
- descrierea modulelor de afișare folosite în proiectul ales: matrice de LED-uri, LCD, afișaje cu segmente, etc;
Notă: Dacă proiectul ales nu conține niciun element de afișare, se va ignora cerința de la punctul 6.
7. Descrierea tehnică a senzorilor și a actuatorilor folosiți (schema bloc, principiu de funcționare, tip de interfață, mod de interpretare a datelor provenite de la senzor) și/sau a circuitului dedicat utilizat pentru realizarea proiectului;

Exemple de senzori implicați în proiecte: senzor de temperatură / umiditate, senzor de distanță cu ultrasunete / infraroșu, senzor de gaz, etc;

Exemple de actuatori implicați în proiecte: motor pas cu pas, motor de curent continuu, braț robotic, electrovalvă;

Notă: Pentru proiectele în care nu se folosește niciun senzor și niciun actuator (ca de exemplu proiectul de control al pinilor GPIO printr-o interfață web), cerința de la punctul 7 se va ignora.

8. Programele + comentarii + descriere;

Notă: Pentru proiectele cu parte software consistentă, care interacționează cu multe module și în care s-au folosit biblioteci / API-uri dedicate, se vor menționa acestea și link-ul de unde au fost preluate, se vor menționa funcțiile de care dispun aceste biblioteci și care au fost implicate în proiect, precum și gradul de implicare al membrilor echipei în cazul în care s-au făcut modificări asupra bibliotecilor preluate din alte surse.

- Codul programelor va fi comentat și se va motiva alegerea folosirii diferitelor particularități de programare (bucle, ramuri de condiție etc.), astfel încât să nu afecteze diferitele constrângeri specifice sistemelor încorporate;

9. Bibliografie, surse de informare (trebuie incluse referințe către foile de catalog ale senzorilor folosiți);

- Predarea se face în săptămâna 13 pentru subgrupele din săptămânile impare, respectiv în săptămâna 14 pentru subgrupele din săptămânile pare;

- Fiecare student va susține proiectul atunci când este programată semigrupa din care face parte. Nota finală la proiect se va acorda în funcție de stadiul de implementare și funcționare al proiectului practic, dar și în funcție de răspunsurile la întrebări (trebuie cunoscute principiile de funcționare ale senzorilor folosiți în proiectul ales, ale interfețelor și standardelor de comunicație utilizate, caracteristicile sistemului de afișaj ales, etc)

Notă: Proiectele practice excepționale, care depășesc complexitatea cerută în mod uzual pentru nota 10 și care sunt în perfectă stare de funcționare, fiind însoțite și de o documentație completă și detaliată, pot fi eligibile pentru recunoașterea notei de la examen, în cazul în care și titularul de disciplină este de acord, în urma prezentării finale. De asemenea, aceste proiecte pot fi continuate / îmbunătățite în anul IV în vederea realizării proiectului de diplomă.