

Smart Diaspora 2023

10 - 13 Aprilie 2023,
Timișoara

www.diaspora-stiintifica.ro

Eveniment aflat sub înaltul patronaj
al Președintelui României



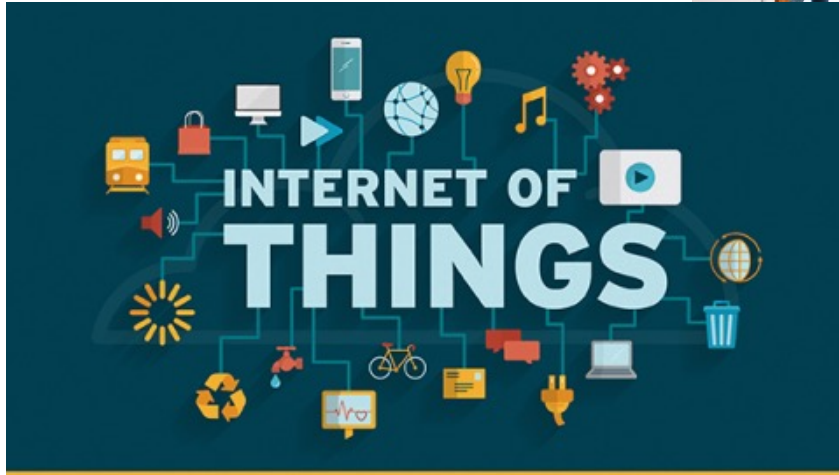
Modalități de educație “remote” pentru laboratorul

IOT

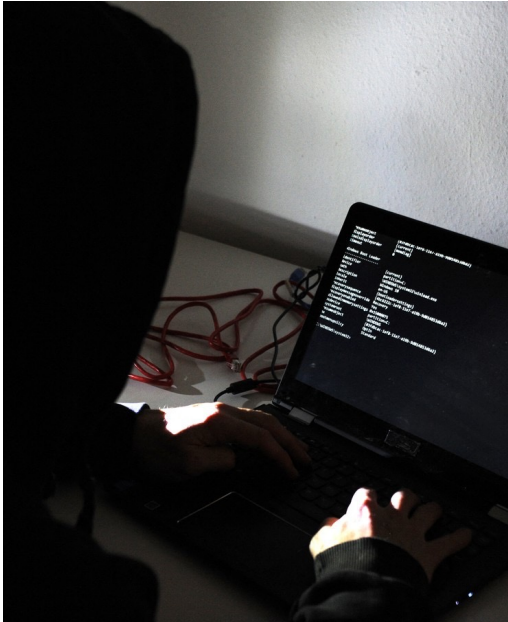
Internet of Things

Conf.dr.ing. Muguraș MOCOAN





Restricționarea accesului fizic în sălile de laborator din cauza pandemiei de covid-19 a impus găsirea de noi soluții care să aducă mai aproape studenții de **laboratoare - în mod virtual** de data aceasta.

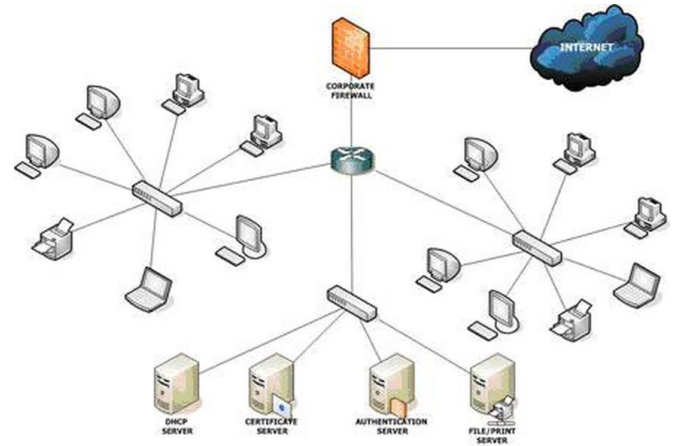


- **Accesul din exterior** în rețeaua internă a UPT presupune **respectarea unor standarde minime de securitate.**
- Studenții trebuie **să acceseze strict echipamentele dedicate.**
- A fost necesară **definirea unei noi rețele** destinate echipamentelor de laborator dedicate studiului tehnologiilor IoT care să fie separată de rețeaua internă a UPT.
- S-a avut în vedere ca o breșă de securitate **să nu permită accesul spre echipamentele de infrastructură** și în plan secundar să nu fie accesate PC-urile existente în rețea.

Constrângeri de implementare

- În toate instituțiile mari, **politica IT este de reducere a numărului de IP-uri publice**, deoarece creșterea numărului implică o mai mare dificultate în monitorizare și riscuri mai mari de atacuri din exterior.
- În cazul nostru am considerat aceasta soluție mai sigură decât alte variante comerciale de remote desktop gen *Teamviewer* sau *AnyDesk* la care restricționarea accesului se realizează doar pe baza unei **parole stocate pe servere externe universității**.

Configurarea rețelei



- Pentru accesarea echipamentelor din laborator se folosește o rutare a traficului folosind **rute fixe**, bine definite prin echipamente ce asigură securitatea comunicării: **firewall-ul principal**, un **router principal la nivel de infrastructura UPT**, un **router la nivel de facultate** și un **router la nivel de laborator**.
- Se definesc **porturile** de interconectare dintre switch-uri/routere
- La nivel de laborator pentru accesarea IP-ului extern dedicat laboratorului de IoT folosim o tehnologie de tip NAT și **porturi logice pentru fiecare echipament intern** ce va fi accesat din exterior.
- **Număr limitat de IP-uri externe** existe la nivel de universitate.

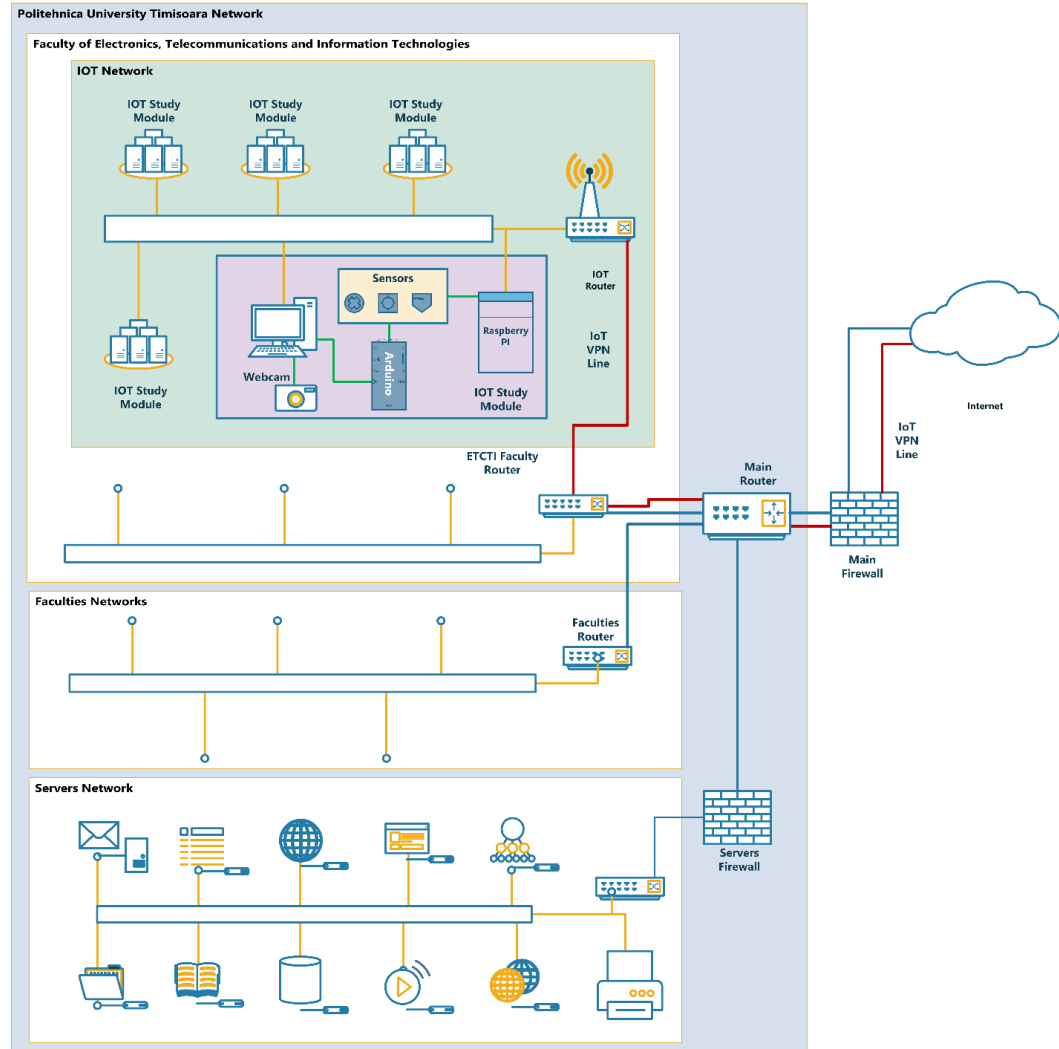


Figura 1. Infrastructura rețelei UPT adaptată pentru access de la distanță

- În interiorul laboratorului, rețeaua de internet pentru IOT asigură legături pe fir cât și wireless.
- Pe fir sunt conectate **modulele de studiu**, acestea au în configurație un PC la care sunt conectate prin USB următoarele echipamente:
 - module Arduino Uno,
 - generatoare de semnal comandate prin intermediul PC-ului,
 - osciloscop cu 2 canale, conectat pe USB
 - camera web care filmează experimentele și oferă un plus de interactivitate studenților.
- La rețeaua wireless se conectează în principal modulele Raspberry PI, modelele existente sunt Raspberry PI Zero W, Raspberry PI 3 B+ și Raspberry PI 4 B+ cu 2, respectiv 4 GB RAM.
- Sunt folosite mai multe modele/configurații pentru ca studenții să poată experimenta limitări de putere de calcul, memorie sau consum energetic.

- Primul pas în asigurarea unei conexiuni sigure l-a constituit **configurarea legăturii fizice** într-o topologie care să restricționeze posibile interacțiuni periculoase între infrastructura universității și rețeaua laboratorului.
- Pasul următor este reprezentat de implementarea unor metode de protecție bazate pe **generarea periodică de parole** și folosirea unor **canale de comunicație sigure, criptate**.
- Pentru conexiunea din exterior se folosește o legatură VPN cu **criptare pe 128 de biți**. Astfel pe echipamentele accesabile din exterior, PC-urile din modulele de studiu și echipamentele ce folosesc Raspberry PI, a fost instalat **un serviciu open source de VPN** furnizat de cei de la **OpenVPN**.



- Pentru o mai bună protecție, **parolele de acces VPN se generează automat la intervale de timp bine stabilite.**
- Durata unei activități de laborator este 2 ore și pentru a permite celor care au nevoie de mai mult timp pentru finalizarea sarcinilor, pasionaților de IoT să experimenteze în plus intervalul de generare de noi parole a fost setat la 4 ore.
- Activitățile au fost programate în general la sfârșitul zilei, astfel ca doritorii să mai poată utiliza echipamentele suplimentar o perioadă de timp mai mare.



- O provocare a fost **personalizarea sistemului de generare automată a parolelor** astfel încât să poată fi folosit împreună cu serviciile **OpenVPN**.
- Astfel, pe un **server intern din laborator** se generează automat, random, parole cu o lungime de minim 6 caractere o dată la 4 ore.
- **Parolele sunt preluate automat de serviciile OpenVPN** instalate pe device-urile din laborator ce pot fi accesate din exterior.
- Pentru cadrul didactic coordonator al activităților se generează o pagina web securizată cu parolă, de aici sunt preluate și **transmise individual studenților parolele VPN** prin diverse metode, cum ar fi: email personalizat pentru fiecare student, mesaj transmis prin intermediul Campusului Virtual, a **chat-ului din Zoom** sau prin sms.

- Transmiterea parolelor prin platforma moodle de elearning a universității permite înregistrarea unui tracking al accesului pentru fiecare student.
- Pentru accesarea echipamentelor este nevoie ca studentul să cunoască care este IP-ul extern și portul folosit pentru dispozitivul pe care îl folosește la acea lucrare de laborator.
- **IP-ul este fix**, și rămâne nemodificat pe o perioadă mare de timp, el fiind oferit de Departamentul IT al universității.
- **Portul de comunicare cu device-urile** din laborator pot fi setate de către profesorul coordonator, acesta având drepturi de **configurare la nivelul routerului din laborator**.
- În timp se pot adăuga echipamente, pot apare schimbări la nivelul laboratorului, deci este nevoie de o **flexibilitate** în definirea porturilor de comunicare.

❖ Nivelul 1 de securitate: **Acces platforma eLearning**

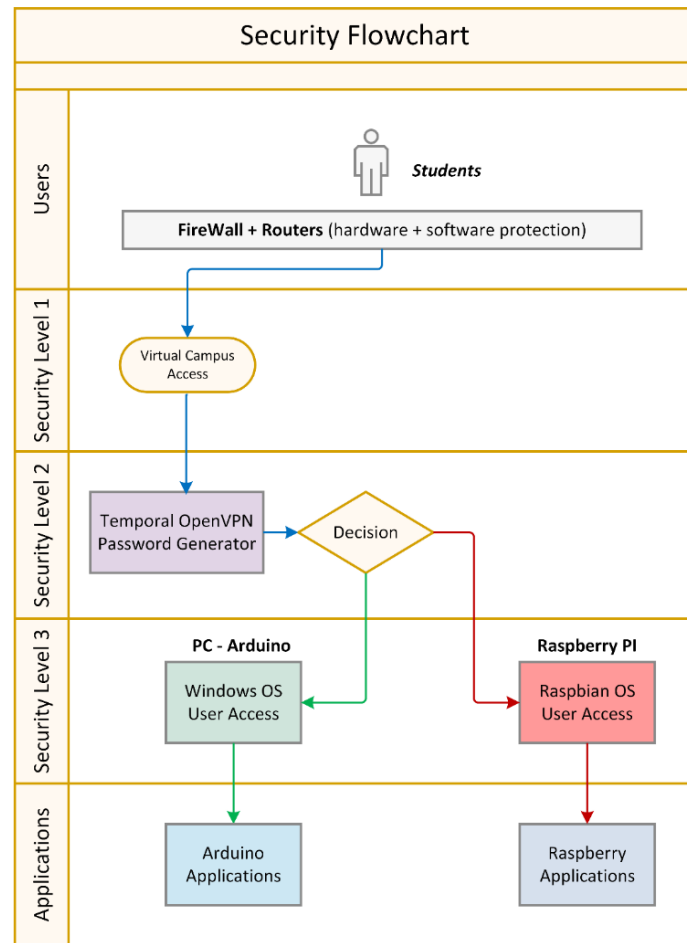
Studentul se conectează la platforma de elearning a universității - Campus Virtual folosind autentificarea bazată pe perechea **utilizator – parolă**.

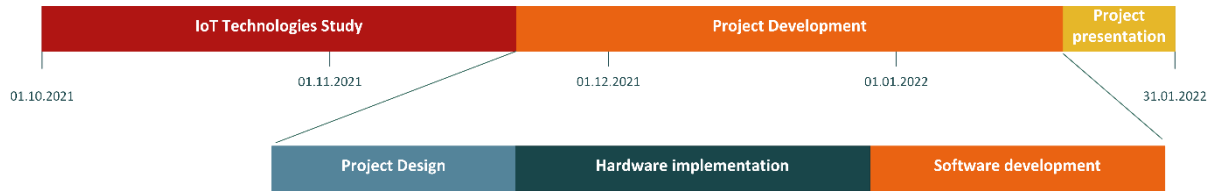
❖ Nivelul 2 de securitate: **Conexiune VPN**

- În cadrul cursului de IoT studentul va găsi **parola generată random**, la intervale precise de timp și transmisă de către cadrul didactic.
- Se preferă varianta transmiterii de către profesor a parolei de VPN deoarece doar acesta știe exact pe ce echipament ar trebui să se conecteze studentul.
- Împreună cu parola VPN se **transmite IP-ul și portul de accesare** al echipamentului.

❖ Nivelul 3 de securitate: **Autentificare la nivel de dispozitiv**

- autentificarea pe **PC-uri** cu sistem de operare Windows 10
- autentificarea pe **Raspberry PI** echipate cu sistemul de operare Rasperian.
- datele pot fi transmise prin intermediul platformei de eLearning sau verbal, deoarece în timpul laboratorului cadrul didactic este conectat pe Zoom cu studenții (nu necesită un grad mai mare de protecție deoarece profesorul identifică vizual studentul care primește informația).





- Modul de desfășurare al unei activități de laborator presupune o primă etapă de pregătire a montajelor electronice pe care vor lucra studenții, urmată apoi de pregătirea și transmiterea datelor de conectare.
- Pe perioada desfășurării lucrării de laborator studenții vor avea în permanență 2 ferestre deschise pe calculatorul personal:
- Într-o fereastră va rula aplicația **Zoom pentru comunicarea cu profesorul** și vizualizarea demonstrațiilor făcute de acesta.
- O fereastră va fi folosită pentru **conexiunea remote prin VPN la echipamentul din laborator**. Aici vor fi mai multe elemente de monitorizat, generatorul de semnal, interfața osciloscopului, camera web, interfața de programare, etc.

- Participarea la o astfel de activitate de laborator presupune **un grad mai mare de încărcare a studentului**, o dexteritate mai bună în manevrarea ferestrelor de pe ecran și în colectarea informațiilor specifice necesare analizei funcționării montajului.
- **Profesorul trebuie să fie prezent în laborator** deoarece pot să existe situații când este necesară refacerea unei conexiuni, schimbarea unor puncte de măsurare, înlocuirea unui senzor, resetarea unui echipament, etc.
- Trebuie păstrată în permanență **comunicarea audio și video cu studenții** prin intermediul aplicației Zoom.
- **Traficul foarte mare de date** ce apare în cazul unor astfel de activități desfășurate remote. Fiecare student va avea o legatură VPN prin care traficul va fi predominant de forma unui streaming audio-video plus legatură Zoom a profesorului, rezultând un trafic important pentru o configurație fizică ce presupune folosirea unui singur port în echipamentele de rutare.

- Pe parcursul celor 2 ani universitari, desfășurați în condiții de pandemie, s-a folosit pentru activitățile de laborator la disciplina Sisteme IoT acest **mod de lucru la distanță - remote**.
- Au fost asigurate studenților **facilități asemănătoare** cu modul de lucru față în față.
- Este o variantă de conectare sigură care să nu cauzeze **probleme de securitate** la nivelul infrastructurii IT din universitatea noastră.
- Primele reacții ale studenților au fost cele așteptate: **o anumită reticență asupra modului de conectare**, puțin mai greoaie decât simpla varianta prin Zoom.

- A fost nevoie de **explicarea întregului mod de lucru**, configurarea realizată la nivel de rețea pentru a le facilita accesul și modul de generare / transmitere a parolelor.
- După ce sistemul a fost înțeles, am văzut rapid o **schimbare de atitudine** la toți studenții.
- Impactul cel mai bun a fost asupra studenților pasionați de domeniul IoT care au descoperit rapid avantajele conectării remote ce le asigură acces la toate funcționalitățile echipamentelor, **lipsind doar partea de realizare fizică a legăturilor electrice** între diversele componente ale unei lucrări de laborator.
- În mai multe cazuri am surprins cum **entuziaștii în domeniul IoT explicau colegilor** modul de funcționare, lucru care ne-a confirmat că un astfel de sistem poate aduce rapid rezultate în procesul educațional.

- Pentru cadrele didactice utilizarea acestei noi modalități de desfășurare a orelor de laborator a presupus un **volum mare de lucru pentru definirea modului de acces, implementarea sistemului de generare de parole temporare** pentru sistemul VPN.
- **Realizarea de modificări de infrastructură** în cadrul rețelei UPT: obținerea unui IP fix public, configurarea de routere, deschiderea de porturi și cablări fizice.
- Un grad de încărcare mai mare a fost în momentul **realizării fizice a montajelor de către cadrul didactic.**
- **Comunicarea cu studenții a fost foarte intensă** și a permis cadrelor didactice o **mai bună cunoaștere a studenților** și o îndrumare specifică în vederea atingerii obiectivelor impuse de proiectele implementate.



- Investițiile realizate în dezvoltarea accesului din exterior la acest laborator nu au fost foarte mari, necesitând achiziția unui **router wireless performant** cu facilități multiple de configurare și a unor **osciloscop pe USB** pentru conectarea la un PC, acesta fiind folosit pentru afișarea remote a semnalelor măsurate.
- Deoarece frecvențele de lucru nu sunt foarte mari și numărul de puncte de măsurare redus au fost suficiente variante de osciloscop cu 2 canale și frecvența maximă de 40MHz, echipamente nu foarte scumpe.
- Dispozitivele IoT și generatoarele de semnal configurabile prin USB existau deja în dotarea laboratorului.

Proiecte din zone de interes comunitar și mici automatizări casnice realizate

- Monitorizare a unui baraj pentru un lac de acumulare a apei ce permite monitorizare nivelului apei, a temperaturii și vibrațiilor existente în construcția barajului și transmiterea informațiilor la distanță mare folosind tehnologia LORA.
- Automatizarea și controlul temperaturii / umidității într-un laborator de cofetărie cu un număr mare de încăperi.
- Măsurarea rezistenței corpului uman pentru detectarea unor probleme medicale.
- Ghidarea persoanelor cu dizabilități vizuale în instituții publice
- Automatizarea unei sere prin controlul temperaturii, umidității aerului și a solului precum și asigurarea unei ventilații a aerului corespunzătoare utilizând dispozitive IoT.
- Realizarea unei parcuri auto inteligente cu verificarea automată a locurilor de parcare disponibile și comanda barierelor de acces.
- Au fost dezvoltate mai multe proiecte ingenioase care au ca scop hrănirea automată a animalelor de companie folosind cât mai puține resurse financiare.
- Generator și receptor de semnale morse
- Sistem de control acces pe baza recunoașterii faciale și a amprentelor.
- Muzee multimedia ce utilizează pentru servicii de streaming audio dispozitive IoT.

Din subiectele propuse de studenți se vede clar intenția ca **proiectele dezvoltate să fie în sprijul comunității.**

video198564120.mp4 - VLC media player

Media Bedre Audio Video Subtitlu Tools Vizualizare Ajutor

81.181.101.40:3382 (stud01's X desktop (raspberrypi02.1)) - VNC Viewer

sensor_tmp.py ~ stud01@raspb... | Thonny - /ho... | geany_run_scri... | 18:33

sensor_tmp.py - /home/stud01/Desktop - Geany

File Edit Search View Document Project Build Tools Help

Symbols sensor_tmp.py x

- Functions
 - humi [23]
 - pres [27]
 - temp [19]
- Variables
 - output [34]
 - sensor [6]

```
9
10 sensor.set_humidity_oversample(bme680.OS_2X)
11 sensor.set_pressure_oversample(bme680.OS_4X)
12 sensor.set_temperature_oversample(bme680.OS_8X)
13 sensor.set_filter(bme680.FILTER_SIZE_3)
14
15 sensor.data.temperature = 0
16 sensor.data.pressure = 0
17 sensor.data.humidity = 0
18
```

geany_run_script_6FKQD1.sh

File Edit Tabs Help

```
23.90 C, 985.20 hPa, 32.468 %RH
23.90 C, 985.21 hPa, 32.463 %RH
23.90 C, 985.21 hPa, 32.468 %RH
```

in scope: unknown

Hidden from students

Project selection TMM (TMM) Edit

32:13 45:45 18:33 20%

Exemple

The screenshot displays a Windows desktop environment during a Zoom meeting. The desktop background is the standard Windows 10 blue wallpaper. On the left side, the Start menu is open, showing icons for Recycle Bin, Arduino, CCleaner, Everything, Firefox, and Google Chrome. The taskbar at the bottom contains icons for various applications, including the Start menu, search, task view, and several instances of Microsoft Edge.

The central focus is the Arduino IDE window titled "sketch_oct06a | Arduino 1.8.13". The code editor shows the following code:

```
sketch_oct06a $  
  
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
  pinMode(8, INPUT);  
  pinMode(9, INPUT);  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
  int state0 = digitalRead(8);  
  int state1 = digitalRead(9);  
  Serial.println(state0);  
  Serial.println(state1);  
  
  delay(1000);  
}
```

Below the code editor, a status bar indicates "Done uploading" and "Sketch uses 444 bytes (1%) of program storage space. Maximum is 32768 bytes. Global variables use 9 bytes (0%) of dynamic memory, leaving 2039 bytes free." The bottom right of the IDE window shows "Arduino Uno on COM7".

To the right of the IDE is a "WEBCAM VIEWER" window showing a live video feed of a person working on a project. Below the video, the text "Running CMP-WEBCAM70.75.80.85 at 1280 x 960" and a "STOP" button are visible.

In the top right corner, the Zoom meeting interface is visible, showing three video thumbnails of participants. The top thumbnail shows a man with a red shirt and headphones. The middle thumbnail shows a woman with dark hair. The bottom thumbnail shows a woman with dark hair and a red shirt.

The system tray at the bottom shows the time as 17:18 and the battery level at 70%.

edia player

Subtitlu Tools Vizualizare Ajutor

Fingerprint_Code [Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.5.73)]

File Edit Sketch Tools Help

```

Fingerprint_Code
break;
case FINGERPRINT_IMAGEOK:
  Serial.println("Image too messy");
  return p;
case FINGERPRINT_PACKETRECEIVED:
  Serial.println("Communication error");
  return p;
case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
  Serial.println("Could not find fingerprint features");
  return p;
case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
  Serial.println("Could not find fingerprint features");
  return p;
default:
  Serial.println("Unknown error");
  return p;
}
}
Serial.println("Remove finger");
delay(4000);
p = 0;
while (p != FINGERPRINT_NOFINGER) {
  p = finger.getImage();
}
Serial.print("ID "); Serial.println(id);
p = -1;
Serial.println("Place same finger again");
while (p != FINGERPRINT_OK) {
  p = finger.getImage();
  switch (p) {
    case FINGERPRINT_OK:
      Serial.println("Image taken");
      break;
    case FINGERPRINT_NOFINGER:
      Serial.println("");
      break;
    case FINGERPRINT_PACKETRECEIVED:
      Serial.println("Communication error");
      break;
    case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
      Serial.println("Imaging error");
      break;
    default:
      Serial.println("Unknown error");
      break;
  }
}
// OK success!
  
```

Sketch uses 6252 bytes (19%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 529 bytes (25%) of dynamic memory, leaving 1520 bytes for local variables. Maximum is 2049 bytes.

COM3

```

Found ID #4
Found ID #4 with confidence of 73
Found ID #4
Found ID #1 with confidence of 82
Found ID #1
Found ID #1 with confidence of 65
Found ID #1
Found ID #2 with confidence of 133
Found ID #2
Found ID #2 with confidence of 116
Found ID #4
Found ID #2 with confidence of 72
Found ID #2
Found ID #4 with confidence of 121
Found ID #4
  
```

Autoscroll Show timestamp

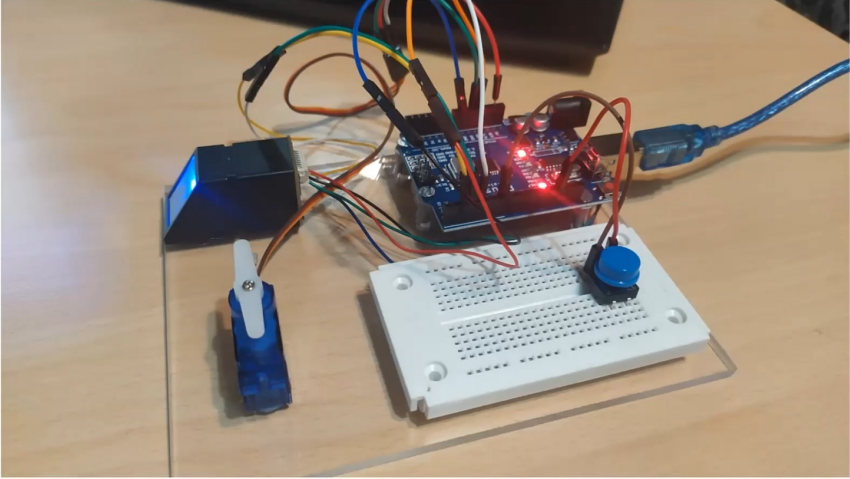
Newline | 9600 baud | Clear output

Arduino Uno as COM3

18:25
26-Jan-22

video199157545.mp4 - VLC media player
Media Ejecte Ejecte Video Subtitle Tools Vizualizare Ajutor

HARDWARE



24:11 1:27:48

- Într-o perioadă plină de restricții **este necesar să se găsească soluții** care să ducă la îmbunătățirea calității procesului educațional.
- Cu un minim de efort se pot implementa soluții care să apropie cât mai mult activitățile desfășurate online de cele față în față.
- Efort financiar scăzut, implicare factor uman foarte mare.
- Accesarea la distanță a echipamentelor a făcut ca în procesul educațional **doar o mică parte a procesului să nu poată fi realizată**, cea a conexiunilor electrice.
- **Interesul studenților** pentru participare și implicare în timpul orelor de laborator a crescut, iar proiectele sunt realizate în mod practic cu un grad de complexitate tot mai crescut.
- **Reutilizarea metodei** pentru învățământul la distanță – *disciplina Dispozitive Electronice, anul I – ID TST*

Internet of Things

IIOT



Referințe

1. G. J. Mullett, Teaching the Internet of Things (IoT) Using Universally Available Raspberry PI and Arduino Platforms, ASSE Anual Conference & Exposition, New Orleans, 26-29 June 2016
2. N. Silvis-Cividjian, Teaching Internet of Things (IoT) Literacy: A Systems Engineering Approach, 2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET), 2019, pp. 50-61, doi: 10.1109/ICSE-SEET.2019.00014.
3. S. Martin, Internet of Things Learning and Teaching. MDPI Technologies 2021, 9, 7. <https://doi.org/10.3390/technologies9010007>
4. H. Musablqbal, H. Ali Khokhar, U. A. Raza, A Review on the Security of the Internet of Things (IoT), International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, 10(3), May - June 2021, 1795 – 1801 , ISSN 2278-3091, <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2021/431032021>
5. M. Tawfik, Ali. Mohammed Almadani, A. Alharbi Alhasan , A Review: the Risks And weakness Security on the IoT, (12 22, 2017). IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE), 2017, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3558835>
6. S. Khanam, I. B. Ahmedy, M. Y. Idna Idris, M. H. Jaward and A. Q. Bin Md Sabri, A Survey of Security Challenges, Attacks Taxonomy and Advanced Countermeasures in the Internet of Things, IEEE Access, vol. 8, pp. 219709-219743, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3037359.
7. <https://openvpn.net/>
8. A. Skendzic, B. Kovacic, Open source system OpenVPN in a function of Virtual Private Network, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Vol. 200, may 2017, <https://doi.org/10.1088/1757-899x/200/1/012065>