

ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ბიზნესის, ტექნოლოგიებისა და განათლების ფაკულტეტი

ტექნოლოგიების სკოლა



„Temp-o-Meter“

წინადადება

გუნდის წევრები:

- სანდრო ციმინგია
- კობა შუბითიძე
- გიორგი მაჭარაშვილი

პროგრამა: კომპიუტერული ინჟინერიის საბაკალავრო პროგრამა

პროექტის ხელმძღვანელები: პროფ. პაატა გოგიშვილი, პროფ. გიორგი მოდებაძე.

თარიღი: 28/01/2026 | ადგილი: თბილისი, საქართველო

აბსტრაქტი

აბსტრაქტი გექნიკური სისტემების მუშაობის ერთ-ერთ ძირითად პრობლემას ტემპერატურა წარმოადგენს. მისი მონიტორინგი კი ერთადერთი გზაა საქმის ხარისხიანად და რა საკვირველია უსაფრთხოდ შესრულებისთვის. ჩვენს მიერ დაგეგმილი საინჟინრო პროექტის მიზანია შექმნას ინოვაციური აპარატურული მონიტორინგის სისტემა, რომელიც BMW-ს მარკის ავტომობილის სამართავ პანელს გამოიყენებს პერსონალური კომპიუტერის პარამეტრების რეალურ დროში ვიზუალიზაციისთვის. პროექტი პასუხობს კომპიუტერული მონაცემების ასახვის სტანდარტული მეთოდების განახლების საჭიროებას და გვთავაზობს ფიზიკურ, ინტერაქციულ და ჩვენთვის კარგად ნაცნობ დიზაინს. სისტემაზე მუშაობისას განხორციელდება ძველი ანალოგური პანელის განახლება, ხოლო მას შემდეგ თანამედროვე გამოთვლით სისტემებთან შერწყმა. სამართავ პანელზე არსებული მარცხნივ მყოფი სიჩქარის საზომი სპიდომეტრი დაკავშირებული იქნება პერსონალური კომპიუტერის პროცესორთან, ტემპერატურის ცვლილება კი ისარს შესაბამისი რიცხვისკენ მიმართავს. რაც შეეხება ძრავის ბრუნის მაჩვენებელს, ტაქომეტრი ვიდეობარათის ტემპერატურის აღრიცხვაზე იქნება პასუხისმგებელი. ოდომეტრი და ცენტრალური ეკრანი კი გამოყენებული იქნება მეხსიერების მოხმარებისა და განახლების სიხშირის საჩვენებლად. უკიდურესად მარჯვნივ განთავსებული წყლის ტემპერატურის მაჩვენებელი კი ჩანაცვლდება LCD ეკრანით, რომელიც მეტი ვიზუალიზაციის საშუალებას მოგვცემს. საერთო ტემპერატურის გადაჭარბება (80 ცელსიუსზე ზემოთ) ეკრანზე შესაბამის ფოტოების კოლაჟი, ე.წ. GIF ს გამოიგანს, რითაც მომხმარებელი კრიტიკულ მომენტში მისთვის საჭირო ინფორმაციას კრეატიული და გასაგები გზით მიღებს. Arduino uno -ს საშუალებით ვუბრუნველყოფთ კომპიუტერიდან მიღებული ციფრული მონაცემების გარდაქმნასა და იმპულსების მოდულაციას, სიხშირულ სიგნალებად. ნაშრომს აქვს მნიშვნელოვანი საგანმანათლებლო ღირებულება ჩაშენებული სისტემების და სიგნალების დამუშავების საინჟინრო პრინციპების პრაქტიკული გამოყენების თვალსაზრისით.

შესავალი

თანამედროვე გამოთვლითი სისტემების პერიოდში, სადაც მაღალი წარმადობის სისტემები მუშაობისას დიდი რაოდენობით სითბოს გამოყოფენ, მათი ტელემეტრიული მონიტიორინგი კრიტიკულად მნიშვნელოვანია. პრობლემის დომენი მოიცავს სისტემური პარამეტრების, როგორებიცაა ტემპერატურა, დატვირთვა და განახლების სიხშირე, მათ რეალურ დროში კონტროლს, რაც აუცილებელია სისტემის სტაბილურობის შესანარჩუნებლად, ისეთ მაღალტექნოლოგიურ გარემოში როგორიცაა 3D ვიზუალიზაცია, რენდერი და საინჟინრო გამოთვლები.

დღეისათვის ამ პრობლემას პროგრამული ოვერლეებსა და მცირე ზომის შიდა lcd პანელიან დივაისებს იყენებენ. თუმცა ამ გზით პრობლემის მოგვარებას თავისი მინუსი გააჩნია: იკავებს ეკრანზე სასარგებლო ფართობს, იწვევენ ყურადღების გაფანტვას და არის შემთხვევები, როცა თავადვე მოიხმარენ საჭირო სისტემურ რესურსებს. ხოლო რაც შეეხება ფიზიკურ ეკრანიან გაჯეტებს, ხშირად მისი ზომის გამო რთულადაა წასაკითხი ის ინფორმაცია რასაც ეკრანი გადმოსცემს, ამასთან ერთად არ გააჩნიათ ინტუიციური უკუკავშირი.

ჩვენი გადაწყვეტის საჭიროება კი განპირობებულია უფრო უფრო ეფექტური, ეკრანისაგან დამოუკიდებელი და ვიზუალურად ნაცნობად აღქმადი ინტერფეისის შემქნით. ავტომობილის სამართავი პანელის გადაკეთება და პერსონალურ კომპიუტერთან არდუინოს მეშვეობით ინტეგრაცია გააულებს უხილავ ხიდს ანალოგურ და ციფრულ სამყაროებს შორის. პროექტის რელევანტურობა კი დასაბუთებულია საინჟინრო თვალსაზრისით, რადგან იგი მოითხოვს სიგნალებისა და სისტემების გარდაქმნას, სიხშირის მოდულაციასა და კომპლექსურ ცოდნას. გარდა იმისა რომ პროექტს გააჩნია საგანმანათლებლო მნიშვნელობა, ყურადსაღებია მისი ეკოლოგიურობასთან მჭიდრო კავშირიც, რადგან ახდენს ძველი ავტონაწილების მეორეულ გამოყენებას. ეს კი თანამედროვე მდგრადი ინჟინერიის ერთ-ერთი მთავარი პრინციპია.

ნახაზები

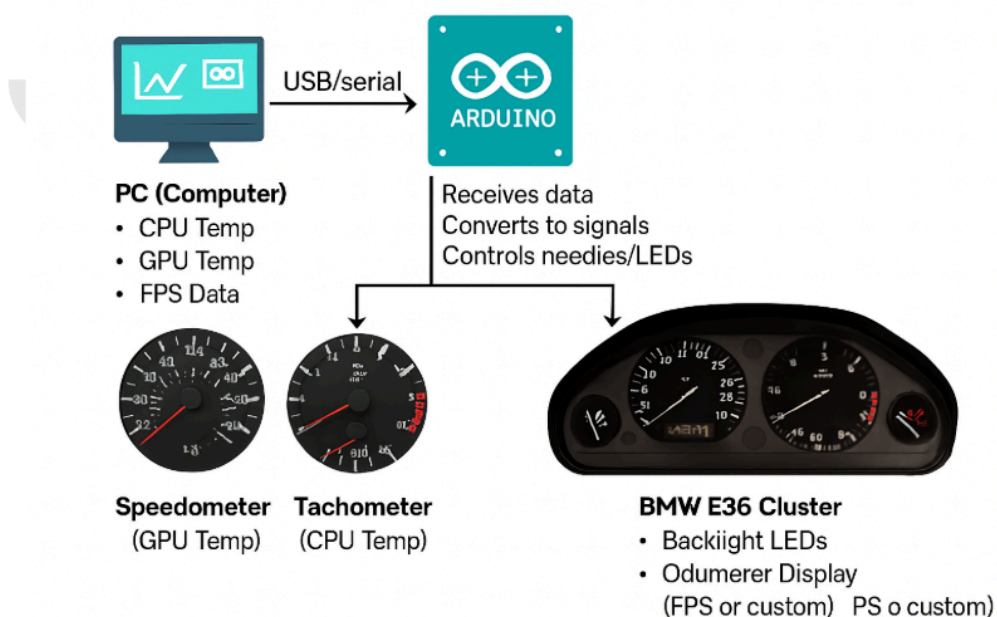
პროდუქტის წინასწარი დიზაინი

მონაცემთა მაჩვენებლის პანელი
ჩასმული იქნება ხის ფაქტურის გარსში, რომელიც
მარტივად მოერგება ნებისმიერი დიზაინის
სამუშაო სივრცეს.



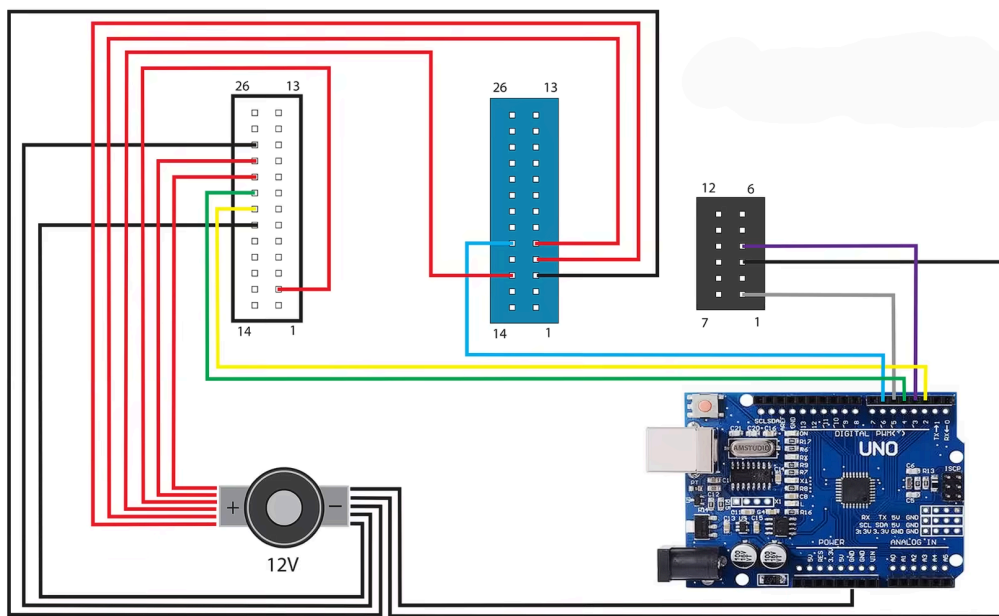
ბლოკ დიაგრამა

ქვემოთ ნაჩვენები სურათი აღნიშნავს
პროექტის მუშაობის პრინციპს. კომპიუტერიდან
მიღებული ინფორმაცია გადაეცემა მიკროკონტროლერს,
რომელიც მოძრაობაში მოიყვანს სპიდომეტრში
ჩამონტაჟებულ სტეპერ მოტორს



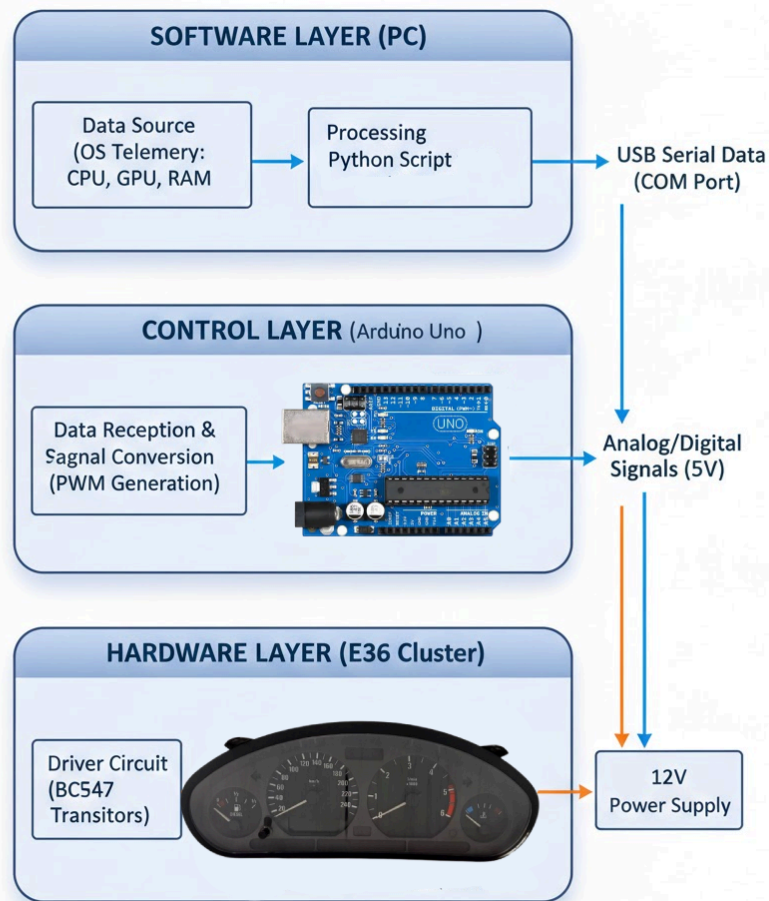
ელექტრული კავშირების სქემა

სამართავი პანელის დოკუმენტაციების შედეგად ჩვენთვის ცნობილი გახდა რასთან მოგვინევს მუშაობა, ხოლო ჩვენს მოთხოვნილებებს რაც ისრების ამუშავებაა ქვემოთ მოცემული პინები იდეალურად ასრულებს.



საერთო ფუნქციური / სტრუქტურული დიაგრამა

სტრუქტურულ-ფუნქციურ დიაგრამა ხსნის მონაცემთა მოძრაობას პროგრამული უზრუნველყოფიდან ფიზიკურ ისრებამდე. ქვემოთ მოცემულია პროექტის იერარქიული სტრუქტურა.



ნახაზების ლინკი - <https://github.com/Machara123/Temp-o-Meter>

ვებსაიტის ლინკი - <https://machara123.github.io/web/>

მორგებული თავები

თავი 1: პროექტის დეტალური აღწერა

ამ პროექტის მთავარი გამოწვევა **დიდი ხნის დავინწყებული საავტომობილო** ნაწილის ადაპტაციაა თანამედროვე ციფრულ გარემოსთან. BMW-ს მონაცემების მაჩვენებელთა დაფა არის მაგალითი იმისა, თუ როგორ შეიძლება ძველი აპარატურის "გაცოცხლება"

- **ფუნქციური დანიშნულება:** მონაცემების მუშაობის როგორც სისტემური ტერმინალი. ის აჩვენებს პროცესორისა და ვიდეოპროცესორის ტემპერატურას სპიდომეტრსა და ტაქომეტრზე.
- **ინოვაციური მიდგომა:** განსხვავებით სტანდარტული ციფრული ეკრანებისა, აქ გამოყენებულია ფიზიკური ისრები, რაც მომხმარებელს აძლევს მყისიერ ვიზუალურ ალქმას ეკრანზე ყურების გარეშე.

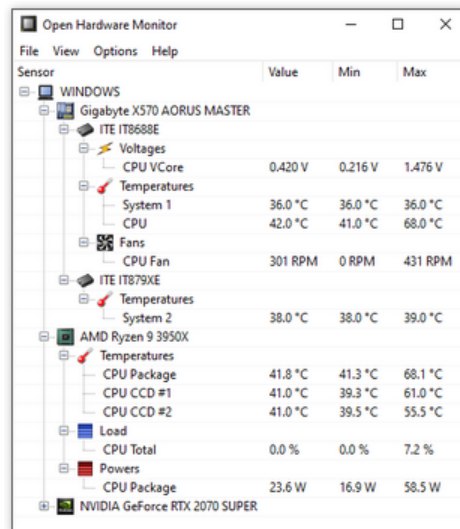


თავი 2: სისტემური არქიტექტურა და ქვესისტემები

2.1. აპარატურული არქიტექტურა

სისტემა დაყოფილია სამ დამოუკიდებელ კვანძად:

1. **პერსონალური კომპიუტერის მხარე:** Python-ზე დაფუძნებული სერვისი, რომელიც წამში 10-ჯერ აკითხავს OpenHardwareMonitor API-ს.
2. **არდუინოს მხარე:** იღებს პაკეტებს ფორმატით T75R40 (T=Temp, R=RPM). ახდენს პარსირებას და `map()` ფუნქციით გადაჰყავს მნიშვნელობები 8-ბიტოვან PWM სიგნალში.
3. **სპიდომეტრის მხარე:** ისრები მოძრაობენ ელექტრომაგნიტური ძალის ცვლილებით, რომელსაც Arduino-ს სიგნალი მართავს ტრანზისტორული ხიდის მეშვეობით.

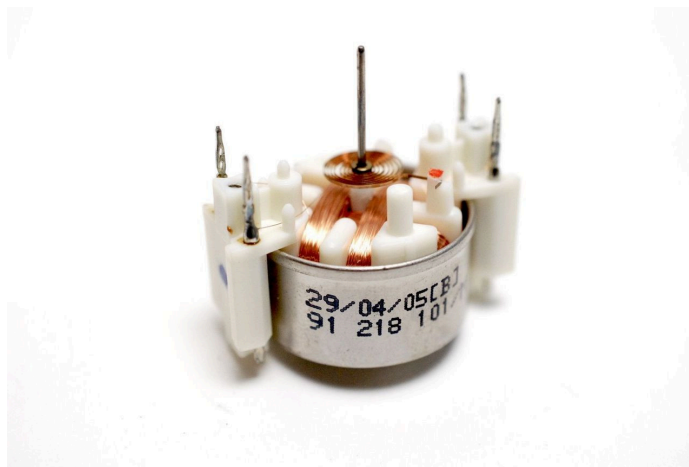


The screenshot shows the Open Hardware Monitor application window. It displays a tree view of system sensors on the left and a table of sensor data on the right. The sensors are categorized by hardware components: Windows, Gigabyte X570 AORUS MASTER, ITE IT8688E, AMD Ryzen 9 3950X, and NVIDIA GeForce RTX 2070 SUPER. The table columns are Sensor, Value, Min, and Max.

Sensor	Value	Min	Max
WINDOWS			
Gigabyte X570 AORUS MASTER			
ITE IT8688E			
Voltages			
CPU VCore	0.420 V	0.216 V	1.476 V
Temperatures			
System 1	36.0 °C	36.0 °C	36.0 °C
CPU	42.0 °C	41.0 °C	68.0 °C
Fans			
CPU Fan	301 RPM	0 RPM	431 RPM
ITE IT879XE			
Temperatures			
System 2	38.0 °C	38.0 °C	39.0 °C
AMD Ryzen 9 3950X			
Temperatures			
CPU Package	41.8 °C	41.3 °C	68.1 °C
CPU CCD #1	41.0 °C	39.3 °C	61.0 °C
CPU CCD #2	41.0 °C	39.5 °C	55.5 °C
Load			
CPU Total	0.0 %	0.0 %	7.2 %
Powers			
CPU Package	23.6 W	16.9 W	58.5 W
NVIDIA GeForce RTX 2070 SUPER			

2.2. ქვესისტემების დეტალური აღწერა

- **PWM მართვის ბლოკი:** BMW-ს ისრები მგრძნობიარეა სიხშირის მიმართ. არდუინოს სტანდარტული 490Hz PWM სიხშირე მორგებულია ისე, რომ ისრებმა იმოძრაონ რბილად და, ვიბრაციის გარეშე.
- **წრედის დაცვა:** რადგან საქმე გვაქვს 12V-თან, გამოყენებულია დიოდები უკუ-დენისგან დასაცავად, რაც იცავს არდუინოს დაწვისგან, როდესაც სპიდომეტრის ინდუქციური კოჭები გამოირთვება.



ინდუსტრიული სტანდარტები და პროტოკოლები

1. ელექტრო და ელექტრონიკა (Electrical & Electronics)

- **IEC 62368-1 (უსაფრთხოების მოთხოვნები):** ვინაიდან პროექტი მოითხოვს BMW-ს სამართავი პანელის 12V კვების წყაროსთან დაკავშირებას და მის ინტეგრაციას კომპიუტერის კვების ბლოკთან, ეს სტანდარტი განსაზღვრავს აუდიო, ვიდეო და საინფორმაციო ტექნოლოგიების მოწყობილობების უსაფრთხოებას.
- **IEC 61000 (ელექტრომაგნიტური თავსებადობა - EMC):** ეს სტანდარტი მნიშვნელოვანია, რათა Arduino-ს მიერ გენერირებულმა მაღალი სიხშირის სიგნალებმა არ გამოიწვიოს კონფლიქტი კომპიუტერის სხვა კომპონენტებთან.
- **IPC-A-610 (ელექტრონული აწყობის მისაღებობა):** სტანდარტი, რომელიც არეგულირებს სადენების შეერთებასა და სარჩილავის გამოყენებას.

2. კომუნიკაცია და მონაცემთა გადაცემა (Communication Protocols)

- **USB 2.0 / Serial Communication:** პერსონალურ კომპიუტერსა და Arduino-ს შორის მონაცემთა გაცვლის ძირითადი პროტოკოლი. პროექტი დაეყრდნობა სერიულ პროტოკოლს მონაცემთა პაკეტების) გადასაცემად.
- **PWM (Pulse Width Modulation):** სტანდარტული მეთოდი, რომლითაც Arduino აკონტროლებს ანალოგურ ისრებს. აუცილებელია სიხშირეების სწორი შერჩევა, რათა ისრებმა იმუშაონ შეფერხების გარეშე.

- **SPI/I2C Protocols:** გამოყენებული იქნება მცირე LCD ეკრანის (GIF-ების საჩვენებლად) დასაკავშირებლად მიკროკონტროლერთან.

3. პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია (Software Standards)

- **IEEE 830 (პროგრამული უზრუნველყოფის მოთხოვნების სპეციფიკაცია):** პროექტის დოკუმენტაცია მიჰყვება ამ სტანდარტს, რათა მკაფიოდ იყოს გაწერილი ფუნქციური და არაფუნქციური მოთხოვნები.

MISRA C (საავტომობილო ინდუსტრიის პროგრამირების სტანდარტი): მიუხედავად იმისა, რომ პროექტი PC-სთვისაა, კოდის წერისას სასურველია ამ პრინციპების გათვალისწინება (მაგალითად, მეხსიერების ეფექტური მართვა), რადგან საქმე გვაქვს საავტომობილო აპარატურასთან.

განგის დიაგრამა

ფაზა	ამოცანა	ხანგრძლივობა	კვირა
I. დაგეგმვა და ანალიზი	მოთხოვნების განსაზღვრა და ფუნქციური სპეციფიკაციები	2 კვირა	1-2
II. კვლევა და შერჩევა	BMW E36-ის სამართავი პანელის pinout-ის შესწავლა, პროგრამული უზრუნველყოფის (SimHub) და კომპონენტების შერჩევა	2 კვირა	3-4
III. სისტემის არქიტექტურა	ელექტრული სქემის შედგენა (Wiring Diagram) და ლოგიკური ბლოკ-სქემის დიზაინი	2 კვირა	5-6
IV. იმპლემენტაცია	Arduino-ს დაპროგრამება, სპიდომეტრის დაშლა, LCD ეკრანის მონტაჟი და საღებების დაკავშირება	4 კვირა	7-10
V. ინტეგრაცია და გამართვა	აპარატურის PC-თან დაკავშირება, სიგნალების დაკალიბრება და კოდის ოპტიმიზაცია	2 კვირა	11-12
VI. ტესტირება და ვალიდაცია	სტაბილურობის ტესტი, ტემპერატურული მღერების შემოწმება (GIF-ების გრიგერი)	2 კვირა	13-14
VII. დასკვნითი ნაწილი	საბოლოო დოკუმენტაციის მომზადება, ვებ-გვერდის დასრულება და პრეზენტაცია	2 კვირა	15-16

ბიუჯეტი

ნაწილი	რაოდენობა	ფასი	ჯამური ფასი	მაღაზია	დანიშნულ ება
BMW E36 Instrument Cluster	1	150ლ	150ლ		პროექტის მთავარი ვიზუალური ნაწილი (მეორადი).
Arduino Uno R3	1	29ლ	29ლ	https://tinyurl.com/3pshben6	"ტვინი", რომელიც მართავს სიგნალებს.
1.28" Round LCD (GC9A01)	1	12.23ლ	17.23ლ	https://tinyurl.com/3e6j3xrt	წყლის ტემპერატურის ნაცვლად GIF-ების საჩვენებლად
12V 2A Power Supply	1	11.31ლ	15.31ლ	https://tinyurl.com/4ea99sct	სპიდომეტრის განათებისა და ისრების კვებისთვის.
DC Jack (Female) Adapter 5.5 mm x 2.1 mm	3	2ლ	7ლ	https://tinyurl.com/4skzyhpn	კვების ბლოკის Arduino-სთან და სპიდომეტრთან დასაკავშირებლად.
Jumper Wires (M-to-F)	1შ	5ლ	8ლ	https://tinyurl.com/mr2wws9a	Arduino-ს და სპიდომეტრის პინების

USB Cable (Type A to B)	1	5ლ	7ლ
----------------------------	---	----	----

BC547 Transistors	10	3ლ	5ლ
-------------------	----	----	----

Resistors (1k)	10	1ლ	1ლ
----------------	----	----	----

Resistors (10k)	10	1ლ	1ლ
-----------------	----	----	----

რეზისტორი R02 0.25W 220 R 0	10	1ლ	1ლ
-----------------------------------	----	----	----

	დასაკავშირებლად.
https://tinyurl.com/42z38d8e	კომპიუტერთან მონაცემების გადასაცემად
https://tinyurl.com/4ckd88xs	სიგნალის გამაძლიერებლისთვის
https://tinyurl.com/mu4vaeua	წრედის დაცვისა და სიგნალის სტაბილიზაციისთვის.
https://tinyurl.com/4ap7znev	
https://tinyurl.com/4ftnttvh	

საქმის გადანაწილება

I სტუდენტი

Software Engineer

- იმუშავებს ოფენ სორს პროგრამასთან, დაამუშავებს კომპიუტერის ინფორმაციას და გადასცემს მიკროკონტროლერს

II სტუდენტი

Embedded Engineer

- იმუშავებს მიკროკონტროლერთან, გარდაქმნის მისგან წამოსულ ინფორმაციას სტეპერ სიგნალად.

III სტუდენტი

Hardware/electrical Engineer

- იმუშავებს ჰარდვეართან, დააკალიბრებს სპიდომეტრის ისრებს.
- ელექტრონულად გამართავს დივაისს.
- დააკავშირებს სპიდომეტრს კომპიუტერთან

ლიტერატურა და გამოყენებული წყაროები

მოცემული წყაროები გამოყენებულია პროექტის ტექნიკური დიზაინის, სიგნალების დამუშავებისა და აპარატურული თავსებადობის დასასაბუთებლად:

1. Bentley Publishers, "BMW 3 Series (E36) Service Manual: 1992-1998", Bentley Pub, 1999.

- ეს არის ძირითადი ტექნიკური სახელმძღვანელო, საიდანაც აღებულია E36-ის ინსტრუმენტების პანელის ელექტრული სქემები და პინების (pinout) კონფიგურაცია.

2. Microchip Technology, "ATmega328P 8-bit AVR Microcontroller Datasheet", 2018.

- Arduino Uno-ს მიკროკონტროლერის ოფიციალური დოკუმენტაცია.
გამოყენებულია PWM ტაიმერებისა და სერიული კომუნიკაციის (UART) შესაძლებლობების დასაზუსტებლად, რაც საჭიროა ისრების სამართავად.

3. Microsoft, "Windows Management Instrumentation (WMI) Overview", Microsoft Developer Network (MSDN), 2023.

- წყარო აღწერს, თუ როგორ ხდება Windows-იდან სისტემური მონაცემების (CPU/GPU ტემპერატურა) ამოღება, რაც წარმოადგენს პროექტის პროგრამული ნაწილის საფუძველს.

4. IEEE Std 1622-2011, "IEEE Standard for Pulse-Width Modulated (PWM) Signals in Control Systems".

- ეს სტანდარტი განსაზღვრავს PWM სიგნალების მართვის პრინციპებს, რაც გამოყენებულია ანალოგური ისრების სიზუსტისა და კალიბრაციის უზრუნველსაყოფად.

5. Adafruit Industries, "GC9A01 Round LCD Display Technical Documentation and Graphics Library", 2021.

- მწარმოებლის დოკუმენტაცია, რომელიც აღწერს მრგვალი LCD ეკრანის SPI ინტერფეისს და GIF ანიმაციების გამოსახვის მეთოდოლოგიას SPI-ის მეშვეობით.