

Andrei Chiciuc

Ghidul măsurărilor moderne

Chişinău, 2025

Andrei Chiciuc

Ghidul măsurărilor moderne

Recenzenți:

conf.univ., dr. Vadim CAZAC

Ștefan CREȚU, prof. discipline de specialitate, gr. didactic superior

„Ghidul măsurărilor moderne” oferă elevilor, studenților, profesorilor și oricărui utilizator o resursă practică pentru utilizarea telefoanelor mobile în măsurători fizice, contribuind la modernizarea educației, dezvoltarea competențelor tehnice și accesibilizarea tehnologiilor avansate.

Lucrarea a fost aprobată pentru publicare în cadrul ședinței Departamentului de Inginerie Electrică al Universității Tehnice a Moldovei (proces-verbal nr. 4 din 16.12.2024) și al ședinței Catedrei Electrotehnică a Centrului de Excelență în Energetică și Electronică (proces-verbal nr. 5 din 21.01.2025).

Tipar: Bons Offices

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA

Chiciuc, Andrei.

Ghidul măsurărilor moderne / Andrei Chiciuc. – Chișinău : [S. n.], 2025 (Bons Offices). – 87 p. : il. color. Bibliogr.: p. 87 (10 tit.). – [100] ex.

ISBN 978-5-36241-417-7.

621.395.721.5(075.8)

C 42

Cuprins

1. Introducere	5
2. Bazele măsurătorilor	7
2.1. Mărimile fizice: de la definiție la aplicații moderne	7
2.2. Recomandări pentru realizarea măsurătorilor precise cu telefoanele mobile.....	11
3. Aplicații pentru măsurători cu telefoanele mobile	14
3.1. Măsurarea lungimii și distanțelor scurte	14
3.2. Măsurarea distanțelor lungi și traseelor.....	18
3.3. Măsurarea unghiurilor plane și înclinației	21
3.4. Măsurarea volumului	24
3.5. Măsurarea altitudinii.....	27
3.6. Măsurarea presiunii atmosferice	30
3.7. Măsurarea temperaturii.....	33
3.8. Măsurarea umidității	36
3.9. Măsurarea intensității luminoase	39
3.10. Măsurarea timpului	42
3.11. Măsurarea vitezei	45
3.12. Măsurarea accelerației	48
3.13. Măsurarea vibrațiilor	51
3.14. Măsurarea intensității sonore	54

3.15. Măsurarea frecvenței sonore	57
3.16. Măsurarea câmpului magnetic	60
3.17. Măsurarea direcției și orientării (busolă).....	63
3.18. Măsurarea semnalului Wi-Fi.....	66
3.19. Măsurarea semnalului rețelelor mobile.....	69
3.20. Măsurarea pulsului (ritmului cardiac).....	72
3.21. Măsurarea ritmului respirator.....	75
4. Perspective pentru viitorul metrologiei	78
4.1. Mărimi fizice noi și aplicabilitatea lor	78
4.2. Evoluția unităților de măsură	79
4.3. Metode avansate de măsurare	80
4.4. Mijloace de măsurare avansate și integrarea AI	81
4.5. Democratizarea și responsabilitatea metrologiei.....	82
4.6. Scenarii viitoare de aplicabilitate a metrologiei.....	84
Bibliografie.....	87

Introducere

1

Evoluția tehnologică accelerată din ultimele decenii a transformat telefoanele mobile din simple dispozitive de comunicare în instrumente versatile, capabile să găzduiască aplicații complexe cu utilizări în educație, cercetare și diverse activități practice. Această revoluție tehnologică și-a extins aplicabilitatea și în domeniul măsurărilor fizice, oferind posibilitatea de a utiliza senzori avansați, incorporați în telefoane, și aplicații mobile pentru obținerea datelor precise, rapide și accesibile în timp real. Acest ghid explorează potențialul telefoanelor mobile în măsurarea mărimilor fizice, subliniind relevanța acestei abordări atât în educația tehnică, cât și în alte contexte practice.

Scopul principal al acestui ghid este de a oferi o resursă inovatoare și în continuă dezvoltare pentru elevi, studenți, profesori și profesioniști din diverse domenii tehnice și științifice. Lucrarea prezintă definiții riguroase, clasificări detaliate și prezentarea aplicațiilor mobile destinate măsurării, contribuind la popularizarea oportunităților tehnologice actuale. Prin această abordare, ghidul reprezintă un pas important către modernizarea procesului educațional și integrarea tehnologiei de ultimă generație în metodele de învățare și activitățile practice.

Pe lângă oferirea unor noțiuni fundamentale din domeniul metrologiei și al mărimilor fizice, ghidul prezintă un spectru larg de aplicații mobile, utile în măsurarea unei varietăți de mărimi. Ordinea capitolelor urmărește un parcurs progresiv, pornind de la măsurători simple și tangibile (cum ar fi lungimea, distanțele sau unghiurile) și avansând spre concepte mai

complexe și abstracte (precum câmpul magnetic sau semnalul Wi-Fi). În partea finală, sunt incluse mărimile fiziologice, permițând cititorilor să exploreze aplicații cu utilizări practice în domeniul sănătății.

Toate aplicațiile descrise în ghid au fost testate pe telefoane cu sisteme de operare iOS și Android, utilizând dispozitivele iPhone 13 Pro și Xiaomi MI 8. Această abordare a permis evaluarea performanței aplicațiilor într-un mediu variat și adaptabil. Având în vedere ritmul rapid al progresului tehnologic, este de așteptat ca unele aplicații să fie completate, înlocuite sau îmbunătățite în timp. Totuși, această dinamică nu diminuează valoarea ghidului; dimpotrivă, aceasta subliniază relevanța lui în facilitarea adoptării tehnologiilor viitoare, care vor continua să îmbunătățească precizia și eficiența măsurătorilor.

Prin această resursă, cititorii sunt invitați să exploreze potențialul telefoanelor mobile ca instrumente inovatoare în domeniul măsurărilor. Ghidul contribuie la dezvoltarea unei înțelegeri mai profunde a tehnologiilor moderne și la creșterea accesibilității acestora, susținând atât educația tehnică / inginerescă, cât și aplicațiile practice în diverse domenii. Aceasta reprezintă o invitație la adaptare, explorare și utilizare creativă a tehnologiei în beneficiul învățării și al progresului.

Bazele măsurărilor

2

2.1. Mărimile fizice: de la definiție la aplicații moderne

Mărimile fizice sunt piatra de temelie a științei, tehnologiei și ingineriei, oferind un cadru precis și universal pentru descrierea și înțelegerea fenomenelor naturale. Fie că evaluăm lungimea unui pod, viteza **de deplasare a unui autovehicul** sau intensitatea luminii, aceste mărimi cuantificabile permit analiza, modelarea și aplicarea legilor fizicii.

Evoluția măsurătorilor, de la metodele empirice din Antichitate la tehnologiile avansate din era digitală, reflectă progresul civilizației. Astăzi, dispozitivele moderne, precum telefoanele mobile, au democratizat accesul la măsurători complexe, integrând senzori avansați capabili să efectueze măsurători de o precizie impresionantă.

Acest capitol explorează definiția mărimilor fizice, clasificarea lor, evoluția metodelor de măsurare și oportunitățile oferite de telefoanele mobile moderne, punând accent pe aplicațiile lor în educație, cercetare și domeniul practic.

2.1.1. Definirea și clasificarea mărimilor fizice

Mărimile fizice sunt proprietăți cuantificabile ale obiectelor și fenomenelor fizice. Ele oferă un limbaj matematic pentru a exprima relațiile dintre variabilele naturale și tehnice, fiind fundamentale în dezvoltarea metodelor de măsurare și interpretare. Prin intermediul unităților standardizate, mărimile fizice permit măsurători precise, reproductibile și universale, indiferent de context.

Mărimile fizice sunt extrem de diverse și pot fi analizate prin prisma mai multor clasificări, fiecare având relevanță într-un anumit context tehnic sau științific. Integrarea clasificărilor permite o înțelegere mai profundă a acestor proprietăți esențiale.

După natura lor:

- **Mărimi fundamentale:** Sunt baza sistemului internațional (SI) și includ lungimea, masa, timpul, curentul electric, temperatura, cantitatea de substanță și intensitatea luminoasă. Acestea sunt independente și nu pot fi exprimate prin alte mărimi.
- **Mărimi derivate:** Sunt obținute din combinații ale mărimilor fundamentale (ex.: viteza, presiunea, energia).

După comportamentul în timp:

- **Mărimi constante:** Valori care rămân neschimbate în timp, precum masa unui obiect solid.
- **Mărimi variabile:** Evoluază în funcție de timp, cum ar fi viteza sau temperatura ambientală.

După caracterul aditiv:

- **Aditive:** Permit calcularea valorii totale prin adunarea părților componente (ex: lungime, volum).
- **Neaditive:** Nu permit adunarea directă, fiind necesare metode indirecte (ex: temperatură, densitate).

După aspectul energetic:

- **Mărimi energetice:** Relaționate cu energia, cum ar fi puterea și energia cinetică.
- **Mărimi non-energetice:** Descriu caracteristici care nu implică energie (ex: lungimea, suprafața).

După modul de măsurare:

- **Direct măsurabile:** Determinate printr-o singură operațiune (ex.: lungimea cu o riglă).
- **Indirect măsurabile:** Necesită calcule intermediare (ex.: densitatea din masă și volum).

Această clasificare integrată nu doar evidențiază diversitatea mărimilor fizice, ci și facilitează aplicarea metodelor de măsurare în funcție de context. Prin această abordare, clasificările tehnice și metrologice converg pentru a sprijini aplicarea în educație, cercetare și industrie.

2.1.2. Evoluția măsurătorilor

Primele măsurători au apărut din nevoia oamenilor de a standardiza comerțul, construcțiile și agricultura. În perioada preistorică, unitățile empirice, precum palma, cotul sau degetul, erau utilizate pentru evaluarea lungimilor. În Antichitate, civilizațiile egiptene și babiloniene au creat sisteme avansate pentru irigații și construcții, în timp ce grecii au introdus concepte precum „forța” și „energia”, punând bazele mecanicii. În perioada medievală, cunoștințele despre mărimile fizice au fost păstrate și extinse de către savanții islamici și, ulterior, de către europeni.

În secolele XVII și XVIII, revoluția științifică a adus o abordare sistematică asupra măsurătorilor, cu contribuții esențiale din partea lui Galileo Galilei și Isaac Newton. În această perioadă, legile mișcării și clasificarea mărimilor vectoriale și scalare au stabilit fundamentele metrologiei moderne.

Adoptarea sistemului metric în Franța, la sfârșitul secolului XVIII, a reprezentat un moment crucial. Acest sistem, bazat pe fenomene naturale, a simplificat măsurătorile și a eliminat discrepanțele regionale, oferind un cadru universal. În 1960, Sistemul Internațional de Unități (SI) a fost oficializat, consolidând măsurătorile ca pilon esențial al științei, industriei și comerțului.

Odată cu dezvoltarea tehnologiilor digitale, măsurătorile au devenit din ce în ce mai precise și mai accesibile. Instrumentele tradiționale, cum ar fi riglele și balanțele, au fost completate de dispozitive electronice, inclusiv senzori integrați în telefoanele mobile. Aceste progrese au permis extinderea aplicațiilor de măsurători în domenii precum medicina, ingineria și mediul înconjurător.

Astăzi, dispozitivele moderne oferă utilizatorilor obișnuiți posibilitatea de a efectua măsurători complexe cu o precizie ridicată, promovând astfel democratizarea accesului la tehnologie. În același timp, laboratoarele naționale de metrologie continuă să stabilească noi etaloane, susținute de progrese în fizica cuantică și tehnologia laser.

2.1.3. Senzori incorporați în telefoanele mobile

Telefoanele mobile moderne sunt echipate cu senzori avansați care le transformă în instrumente multifuncționale pentru măsurători. Acești senzori oferă utilizatorilor posibilitatea de a măsura o varietate de mărimi

fizice, de la accelerație la presiunea atmosferică, contribuind la dezvoltarea aplicațiilor în educație, sănătate și industrie.

Principalii senzori integrați în telefoanele mobile moderne sunt:

1. **Accelerometru:** Detectează mișcarea și orientarea dispozitivului, fiind utilizat în măsurarea vibrațiilor și înclinației.
2. **Giroscop:** Permite măsurători precise ale rotațiilor, fiind esențial în aplicațiile de realitate augmentată.
3. **Magnetometru:** Măsoară câmpurile magnetice și este utilizat pentru busole sau evaluarea intensității magnetice.
4. **Barometru:** Măsoară presiunea atmosferică, oferind date pentru determinarea altitudinii și condițiilor meteo.
5. **Senzori optici:** Camerele și blițul permit măsurarea pulsului, saturației oxigenului și intensității luminoase.
6. **GPS și rețea:** Oferă informații despre poziție, distanțe lungi și semnale Wi-Fi sau mobile.

Integrarea senzorilor în telefoanele mobile a extins aplicabilitatea acestora în domenii diverse. De exemplu, accelerometrul poate fi utilizat pentru a analiza vibrațiile structurale, în timp ce magnetometrul contribuie la explorarea câmpurilor magnetice în laboratoare educaționale. În sănătate, senzorii optici permit monitorizarea parametrilor fiziologici, cum ar fi pulsul sau ritmul respirator.

De la primele metode empirice de măsurare la senzorii avansați ai telefoanelor mobile moderne, evoluția măsurătorilor reflectă progresul tehnologic și științific al umanității. Prin integrarea acestor tehnologii, telefoanele mobile nu doar extind posibilitățile măsurătorilor, ci democratizează accesul la acestea, deschizând calea către aplicații inovatoare în educație, sănătate și cercetare.

2.2. Recomandări pentru realizarea măsurătorilor precise cu telefoanele mobile

În utilizarea telefoanelor mobile pentru măsurători fizice, precizia și reproductibilitatea rezultatelor depind de mai mulți factori. Telefoanele mobile sunt echipate cu senzori avansați, însă performanța acestora poate fi influențată de condițiile de utilizare, calibrare și interpretarea rezultatelor. În continuare sunt formulate recomandări generale și bune practici pentru utilizarea eficientă a aplicațiilor și senzorilor integrați, astfel încât măsurătorile să fie cât mai exacte și relevante.

2.2.1. Calibrarea dispozitivelor și aplicațiilor

Calibrarea este un pas esențial pentru asigurarea preciziei măsurătorilor. Deși multe aplicații moderne sunt calibrate automat, este important să efectuați o calibrare manuală, mai ales în următoarele situații:

- Prima utilizare a aplicației: Calibrarea inițială aliniază senzorii dispozitivului cu parametrii standard.
- Modificarea condițiilor ambientale: Diferențele de temperatură, umiditate sau altitudine pot afecta performanța senzorilor.
- După actualizările software: Actualizările pot introduce modificări în algoritmii de calcul ai aplicației.

Cum se face calibrarea?

1. Urmați instrucțiunile specifice fiecărei aplicații pentru calibrare.
2. Utilizați un etalon sau un instrument de referință (ex.: riglă pentru lungime, busolă pentru direcție) pentru compararea valorilor măsurate.
3. Efectuați mai multe măsurători și calculați media acestora pentru a reduce erorile.

2.2.2. Evitarea interferențelor externe

Mediul înconjurător poate influența semnificativ rezultatele măsurătorilor. Iată câteva surse frecvente de interferență și cum să le evitați:

Câmpuri magnetice: Magnetometrele pot fi afectate de obiecte metalice sau câmpuri magnetice artificiale, cum ar fi cele produse de echipamente electrice.

Soluție: Evitați utilizarea aplicației în apropierea acestor surse de interferență.

Zgomot ambiental: Microfoanele utilizate pentru măsurarea intensității sonore pot capta zgomote nedorite.

Soluție: Alegeți un mediu liniștit sau utilizați aplicații cu funcții de filtrare a zgomotului.

Lumina ambientală: Senzorii optici pentru măsurarea intensității luminoase sau a parametrilor fiziologici pot fi influențați de variațiile de iluminare.

Soluție: Realizați măsurătorile în condiții controlate de iluminare.

2.2.3. Condițiile optime pentru măsurători

Pentru a obține rezultate corecte, este esențial să respectați condițiile optime de utilizare a senzorilor și aplicațiilor:

- **Stabilitatea telefonului:** Dispozitivul trebuie plasat pe o suprafață stabilă sau ținut ferm pentru a evita mișcările nedorite.
- **Poziționarea corectă:** Orientați dispozitivul conform cerințelor aplicației (ex.: orizontal pentru măsurarea nivelului sau vertical pentru unghiuri).
- **Repetarea măsurătorilor:** Efectuați mai multe măsurători succesive pentru a identifica și elimina eventualele abateri.
- **Actualizarea aplicațiilor:** Asigurați-vă că utilizați cea mai recentă versiune a aplicațiilor, deoarece acestea includ, de obicei, îmbunătățiri și corecturi ale erorilor.

2.2.4. Interpretarea rezultatelor

Rezultatele măsurătorilor trebuie interpretate cu atenție, luând în considerare specificațiile aplicației și limitările senzorilor.

- **Precizia afișată:** Verificați dacă aplicația oferă o estimare a incertitudinii măsurătorii (ex.: ± 0.5 unități). Aceasta indică gradul de încredere în valoarea măsurată.
- **Validarea rezultatelor:** Comparați rezultatele obținute cu cele ale unui instrument tradițional (ex.: riglă, termometru).

- **Factorii de corecție:** Aplicațiile pot include setări pentru ajustarea rezultatelor în funcție de condiții particulare (ex.: altitudine pentru presiunea atmosferică).

2.2.5. Sfaturi pentru utilizarea eficientă a aplicațiilor

Aplicațiile mobile sunt concepute pentru a facilita măsurătorile, dar utilizatorii trebuie să fie atenți la următoarele aspecte:

- **Documentați măsurătorile:** Notați datele obținute, mediul în care s-au realizat măsurătorile și condițiile ambientale. Acest lucru este util pentru compararea ulterioară.
- **Selectarea aplicațiilor potrivite:** Alegeți aplicații testate și recenzate pozitiv de alți utilizatori. Evitați aplicațiile care promit rezultate imposibile fără utilizarea senzorilor adecvați.
- **Verificați compatibilitatea senzorilor:** Asigurați-vă că telefonul dispune de senzorii necesari pentru aplicația utilizată.

2.2.6. Utilizarea etaloanelor și a instrumentelor de referință

Pentru măsurători de înaltă precizie, este recomandat să utilizați etaloane sau instrumente de referință, cum ar fi:

- Rigele, balanțe sau termometre de laborator pentru calibrarea inițială.
- Prototipuri etalonate / standardizate pentru validarea rezultatelor (ex.: greutăți de referință pentru masa).

Respectarea recomandărilor privind calibrarea, evitarea interferențelor și interpretarea rezultatelor poate transforma telefoanele mobile într-un instrument de măsurare util și precis. Prin aplicarea acestor sugestii, utilizatorii pot maximiza potențialul senzorilor integrați și pot obține rezultate relevante pentru aplicațiile educaționale, tehnice și de cercetare.

Aplicații mobile pentru măsurători

3

3.1. Măsurarea lungimii și distanțelor scurte

Lungimea este o mărime fizică fundamentală care exprimă distanța dintre două puncte în spațiu. Ea este una dintre cele șapte mărimi de bază definite în Sistemul Internațional de Unități (SI) și joacă un rol crucial în diverse domenii, precum ingineria, fizica aplicată, construcțiile și științele naturale. Măsurarea lungimii poate fi realizată prin metode directe, utilizând rigle, benzi metrice sau alte instrumente, sau prin metode indirecte care implică tehnologii moderne, cum ar fi aplicațiile mobile dotate cu senzori avansați.

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: metru (m).

Alte unități utilizate:

Milimetru (mm): $1 \text{ mm} = 0.001 \text{ m}$

Centimetru (cm): $1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}$

Kilometru (km): $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$

Picioare (ft): $1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$

Inches (in): $1 \text{ in} = 0.0254 \text{ m}$

Aplicații mobile pentru măsurarea lungimii:

Moasure (iOS/Android)

Moasure folosește senzorii integrați în telefon, cum ar fi accelerometrul și giroscopul, pentru a calcula distanțele pe baza mișcării dispozitivului. Principiul său de funcționare se bazează pe detectarea modificărilor poziției și orientării telefonului, eliminând necesitatea unei linii directe de vedere între punctele de măsurat. Aceasta permite utilizatorilor să efectueze măsurători în spații mari, neregulate sau greu accesibile, cu o precizie rezonabilă. Aplicația este apreciată pentru capacitatea de a măsura distanțe mari (până la 300 de metri) și de a fi ușor de utilizat, însă acuratețea poate fi influențată de mișcările neregulate ale utilizatorului sau de o calibrare inexactă. În ciuda acestor limitări, Moasure rămâne o alegere excelentă pentru măsurători de lungă durată, fiind utilă în construcții și proiectare.



AR Ruler (iOS/Android)

AR Ruler utilizează tehnologia de realitate augmentată (AR) și camera telefonului pentru a măsura distanțele între două puncte vizibile. Această metodă necesită condiții bune de iluminare și suprafețe vizibile clar, ceea ce o face mai potrivită pentru utilizare în interior sau în medii bine organizate. Utilizatorii apreciază interfața intuitivă și faptul că măsurătorile pot fi realizate rapid fără echipamente suplimentare. Totuși, performanța scade în medii cu iluminare slabă sau cu suprafețe care reflectă lumina. Precizia aplicației, estimată la $\pm 2-3\%$, este adecvată pentru utilizarea non-profesională, iar intervalul de măsurare este limitat la aproximativ 10 metri, fiind ideal pentru sarcini simple, precum măsurarea mobilierului sau organizarea spațiului.



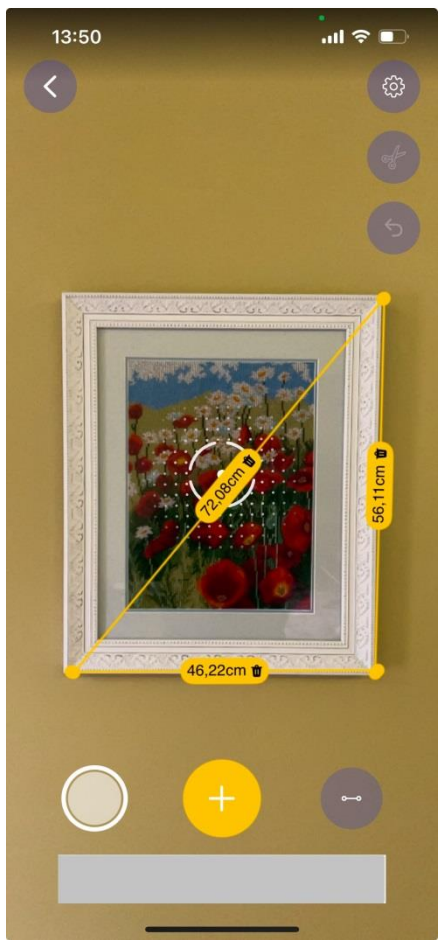


Figura 1. Captură de ecran a interfeței AR Ruler în timpul măsurării dimensiunilor unui tablou.

Bubble Level, Ruler (Android)

Bubble Level, Ruler este o aplicație multifuncțională care combină funcția de măsurare a lungimii cu cea de nivelare a suprafețelor. Măsurarea lungimii se realizează prin utilizarea ecranului telefonului ca riglă virtuală, ceea ce o face potrivită pentru măsurători scurte, de până la 50 cm. Utilizatorii apreciază ușurința utilizării și faptul că aplicația nu necesită conexiune la internet



sau alte echipamente. Totuși, aplicația este limitată la măsurători simple, iar precizia de ± 2 mm poate varia în funcție de dimensiunile ecranului telefonului și de abilitatea utilizatorului de a alinia dispozitivul corect.

Measure (iOS)

Measure, disponibilă exclusiv pe dispozitivele iOS moderne, integrează tehnologia LiDAR pentru a măsura distanțele și dimensiunile în timp real. Aplicația este extrem de precisă, în special pentru măsurătorile realizate la distanțe mici (până la 5 metri), datorită senzorului LiDAR care map-ează detaliile tridimensionale ale mediului. Fiind o aplicație nativă pentru iOS, Measure este bine optimizată și oferă rezultate rapide și precise, fiind utilă atât pentru măsurători de lungimi, cât și pentru estimarea suprafețelor sau volumelor. Limitările sale includ disponibilitatea doar pe dispozitivele echipate cu senzor LiDAR și performanța redusă în medii cu iluminare insuficientă, ceea ce face ca aplicația să fie ideală pentru utilizatorii care lucrează frecvent cu tehnologia AR.



3.2. Măsurarea distanțelor lungi și traseelor

Distanța lungă, parte a măsurării lungimii, reprezintă spațiul dintre două locații geografice, exprimat în unități standardizate, precum kilometri sau mile. Spre deosebire de măsurătorile la scară mică, măsurarea distanțelor lungi implică luarea în considerare a curburii Pământului și utilizarea metodelor indirecte, cum ar fi triangulația GPS sau tehnologia cartografică.

Unități de măsură

Unitatea de măsură SI: Metru (m), utilizat și pentru distanțe mari submultiplicat în kilometri (km).

Alte unități de măsură:

Milă terestră (mi): $1 \text{ mi} = 1609.34 \text{ m}$

Yard (yd): $1 \text{ yd} = 0.9144 \text{ m}$

Aplicații mobile pentru măsurarea distanțelor lungi

Google Maps (iOS/Android)

Google Maps folosește tehnologia GPS (Global Positioning System) pentru a calcula distanțele dintre puncte geografice pe baza coordonatelor lor latitudinale și longitudinale. Aplicația permite utilizatorilor să traseze manual rute sau să selecteze puncte pentru măsurători precise. Principiul său de funcționare se bazează pe cartografia digitală și pe baza de date extinsă a drumurilor și locațiilor. Google Maps este extrem de precis pentru distanțe mari, cum ar fi între orașe sau țări, și oferă estimări detaliate, inclusiv timpul de deplasare în funcție de mijlocul de transport selectat. Limitările aplicației includ dependența de o conexiune stabilă la internet și posibilele deviații în zonele izolate sau slab cartografiate. Intervalul de măsurare al aplicației este practic nelimitat la nivel global, iar precizia variază între 1 și 5 metri, în funcție de calitatea semnalului GPS.



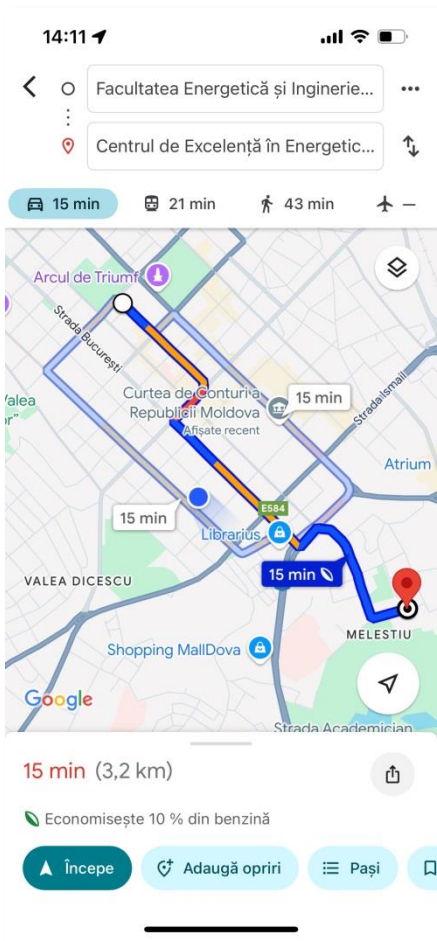


Figura 2. Captură de ecran a interfeței Google Maps în procesul de măsurare a distanței între două locații.

Measure Map (iOS/Android)

Această aplicație permite trasarea de rute personalizate direct pe o hartă interactivă, utilizând o combinație de date GPS și funcții cartografice. Este apreciată pentru simplitatea utilizării și pentru faptul că permite măsurarea distanțelor chiar și în locații unde Google Maps nu oferă detalii exhaustive.

Aplicația este precisă în calcularea distanțelor lungi, însă precizia sa



depinde de rezoluția hărților utilizate și de exactitatea poziționării GPS. Este ideală pentru activități recreative sau de planificare a traseelor de drumeție.

GPS Fields Area Measure (iOS/Android)

Această aplicație, utilizată frecvent în agricultură și construcții, poate măsura distanțele și perimetrele direct pe teren folosind coordonatele GPS. Utilizatorii pot marca punctele direct pe hartă sau pot merge fizic de-a lungul traseului măsurat. Aplicația este foarte utilă pentru zone largi sau neregulate, oferind și estimări ale suprafețelor. Precizia variază în funcție de semnalul GPS, dar este suficient de bună pentru utilizare practică, cu abateri de aproximativ 1-3 metri.



Maps.ME (iOS/Android)

Maps.ME este o aplicație de cartografie offline care utilizează date GPS pentru a calcula distanțele și pentru a ghida utilizatorii pe trasee predefinite sau personalizate. Spre deosebire de alte aplicații similare, Maps.ME funcționează fără conexiune la internet, fiind ideală pentru utilizare în zone izolate sau în timpul călătoriilor în străinătate. Aplicația permite măsurarea distanțelor lungi prin trasee marcate pe hartă sau prin selectarea directă a punctelor de interes.



Principiul de funcționare se bazează pe hărțile open-source OpenStreetMap (OSM), ceea ce asigură actualizări frecvente și o acoperire globală extinsă. Avantajele aplicației includ accesibilitatea offline, interfața simplă și capacitatea de a calcula distanțele între puncte chiar și în zone fără acoperire de rețea. Totuși, precizia poate varia în funcție de calitatea datelor hărții locale și de semnalul GPS disponibil. Maps.ME este mai puțin potrivită pentru aplicații care necesită măsurători extrem de precise, deoarece abaterile pot ajunge la câțiva metri. De obicei precizia măsurărilor este de $\pm 5-10$ metri, în funcție de condițiile GPS și calitatea datelor hărții.

3.3. Măsurarea unghiurilor plane și înclinației

Unghiul plan este o mărime fizică ce descrie deschiderea dintre două linii sau raze care se intersectează într-un punct comun, măsurată în planul format de acestea. În cadrul aplicațiilor practice, măsurarea unghiurilor este esențială în domenii precum ingineria, construcțiile, și arhitectura. Înclinația, pe de altă parte, se referă la unghiul format între o suprafață și un plan orizontal, fiind o măsură esențială pentru evaluarea stabilității sau aliniamentului unei structuri.

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: Radian (rad).

Alte unități utilizate:

Grad sexagesimal ($^{\circ}$): $1 \text{ rad} = 57.2958^{\circ}$

Grad gonimetric (gon): $1 \text{ gon} = 9 / 10^{\circ}$

Aplicații mobile pentru măsurarea unghiului plan:

Clinometer + Bubble Level (iOS/Android)

Această aplicație combină funcționalitățile unui clinometru și ale unui nivelmetru cu bulă pentru a măsura unghiurile și înclinația suprafețelor. Principiul său de funcționare se bazează pe utilizarea accelerometrului și a giroscopului telefonului pentru a determina poziția relativă a dispozitivului față de orizont. Aplicația este foarte utilă în construcții și amenajări interioare, fiind capabilă să măsoare atât unghiuri mari, cât și abateri mici de la orizontalitate. Precizia măsurătorilor depinde de calibrarea prealabilă și de stabilitatea telefonului în timpul utilizării. Intervalul de măsurare este cuprins între -90° și $+90^{\circ}$, iar precizia estimată este de $\pm 0.1^{\circ}$ în condiții ideale.



Measure (iOS)

Această aplicație folosește funcționalitatea de realitate augmentată pentru a măsura unghiuri între două linii vizibile în câmpul camerei. Este ideală pentru proiecte de design interior și arhitectură, având avantajul de a oferi măsurători rapide fără



echipamente suplimentare. Totuși, precizia depinde de condițiile de iluminare și de contrastul vizual al liniei măsurate. Intervalul de măsurare este între 0° și 180° , iar precizia este de $\pm 1^\circ$.

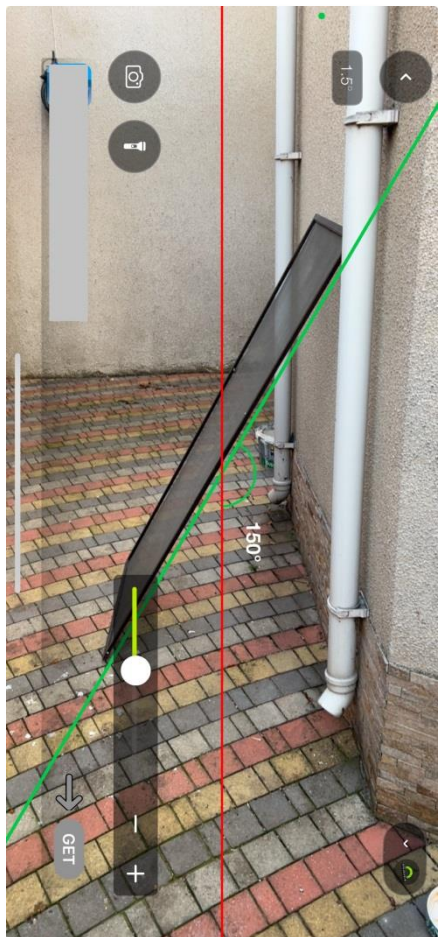


Figura 3. Captură de ecran a interfeței Measure în procesul de măsurare a unghiului de înclinație.

Angle Meter (Android)

Angle Meter permite măsurarea unghiurilor prin plasarea telefonului pe o suprafață sau utilizarea camerei pentru a analiza deschiderea dintre linii vizibile. Această aplicație este apreciată pentru interfața sa intuitivă și pentru versatilitatea sa în măsurarea atât a unghiurilor plane, cât și a înclinației. Avantajele includ posibilitatea de a salva și de a compara unghiurile măsurate, însă precizia poate fi afectată de vibrațiile telefonului sau de lipsa de calibrare. Intervalul de măsurare este între -180° și $+180^\circ$, iar precizia este de $\pm 0.2^\circ$.



Clinometer (Android/iOS)

Clinometer este o aplicație de înaltă precizie destinată măsurării unghiurilor și înclinației, utilizând giroscopul și accelerometrul telefonului. Este potrivită pentru construcții, proiecte tehnice și verificări de nivel. Interfața sa detaliată permite calibrarea avansată pentru măsurători precise. Intervalul de măsurare este între -90° și $+90^\circ$, iar precizia estimată este de $\pm 0.1^\circ$ după calibrare.



3.4. Măsurarea volumului

Volumul este o mărime fizică scalară care exprimă spațiul ocupat de un obiect tridimensional sau de o substanță. În matematică și fizică, volumul este adesea calculat pe baza dimensiunilor geometrice ale obiectului sau prin deplasarea unui fluid. În tehnologie și educație, măsurarea volumului joacă un rol important în științe aplicate precum chimia, ingineria și logistica.

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: Metru cub (m^3)

Alte unități de măsură:

Litru (L): $1 L = 0.001 m^3$

Mililitru (mL): $1 mL = 0.001 L$

Centimetru cub (cm^3): $1 cm^3 = 0.001 mL$

Aplicații mobile pentru măsurarea volumului

AR Ruler App (iOS/Android)

Această aplicație utilizează realitatea augmentată (AR) pentru a calcula volumul obiectelor tridimensionale. Principiul său de funcționare implică măsurarea dimensiunilor obiectului folosind camera telefonului, apoi aplicarea formulelor geometrice pentru a determina volumul. Este ideală pentru utilizări casnice, cum ar fi estimarea spațiului ocupat de mobilă, sau în domeniul educației. Avantajele includ ușurința în utilizare și posibilitatea de a vizualiza măsurătorile direct în aplicație. Dezavantajele includ limitările date de calitatea camerei și de condițiile de iluminare. Precizia este de aproximativ $\pm 2\div 5\%$, în funcție de dimensiunile obiectului și de condițiile de mediu.



Measure (iOS)

Measure este o aplicație nativă pentru dispozitivele Apple care folosește realitatea augmentată pentru a calcula dimensiunile și volumele obiectelor. Utilizatorul trasează laturile obiectului cu camera telefonului, iar aplicația calculează automat volumul



acestui. Este potrivită pentru utilizări cotidiene și educaționale. Precizia depinde de geometria obiectului și de calitatea senzorilor dispozitivului. Intervalul de măsurare este limitat de distanța focală a camerei, iar precizia variază între $\pm 1\%$ și $\pm 3\%$.

CamToPlan (iOS/Android)

CamToPlan este o aplicație AR avansată care permite măsurarea dimensiunilor și calculul volumelor direct din cameră. Este utilizată frecvent în domeniul construcțiilor, arhitectură și design interior. Aplicația permite trasarea conturilor obiectelor și calculează volumul acestora în timp real. Avantajele includ o interfață intuitivă și integrarea AR precisă, însă necesită condiții bune de iluminare și suprafețe clar definite. Precizia este de aproximativ $\pm 2\%$, în funcție de dimensiunile obiectului și de calitatea camerei.



Volume Calculator (iOS/Android)

Volume Calculator este o aplicație simplă care calculează volumul obiectelor pe baza dimensiunilor introduse manual de utilizator. Este utilă pentru măsurători geometrice de bază, cum ar fi volumul cuburilor, cilindrilor sau prismelor. Aplicația este potrivită pentru educație sau utilizări generale, dar nu include funcții de măsurare automată prin senzori. Precizia este direct dependentă de acuratețea datelor introduse.

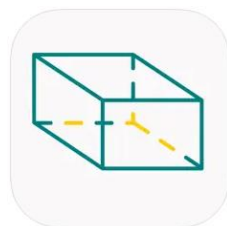




Figura 4. Captură de ecran a interfeței CamToPlan în procesul de scanare a obiectelor în vederea determinării volumului acestora.

3.5. Măsurarea altitudinii

Altitudinea este distanța verticală măsurată între un punct specific de pe suprafața Pământului și nivelul mării considerat ca referință. Aceasta este utilizată frecvent în aviație, geografie și activități recreative, precum drumețiile sau alpinismul. Măsurarea altitudinii implică utilizarea senzorilor barometrici, GPS-ului sau a unei combinații a acestora pentru a furniza informații exacte despre poziția verticală.

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: metru (m).

Alte unități de măsură:

Picioare (ft): 1 ft=0.3048 m

Aplicații mobile pentru măsurarea altitudinii

Altimeter GPS Pro (iOS/Android)

Această aplicație combină GPS-ul și barometrul integrat al telefonului pentru a măsura altitudinea. Principiul său de funcționare se bazează pe triangulația satelitară și pe variațiile de presiune atmosferică pentru a calcula poziția verticală. Este extrem de utilă pentru activități de outdoor, cum ar fi drumețiile sau alpinismul, oferind date detaliate despre altitudine, presiune atmosferică și coordonate GPS. Avantajele aplicației includ capacitatea de a funcționa offline și de a oferi măsurători precise, însă performanța depinde de calitatea semnalului GPS și de calibrarea barometrului. Intervalul de măsurare este tipic între 0 m și 8,848 m (altitudinea Everestului), cu o precizie de $\pm 1-2$ metri în condiții ideale.



My Elevation (Android)

My Elevation utilizează datele GPS pentru a determina altitudinea unui punct specific. Spre deosebire de aplicațiile care se bazează pe barometre integrate, această aplicație se bazează exclusiv pe datele satelitare și pe hărțile digitale. Este ușor de utilizat, dar dependența sa de semnalul GPS poate limita acuratețea în zonele izolate sau în interior. Avantajele includ



accesibilitatea și faptul că nu necesită un telefon cu barometru. Intervalul de măsurare este nelimitat, dar precizia variază între ± 3 și ± 10 metri, în funcție de calitatea semnalului GPS.



Figura 5. Captură de ecran a interfeței Altimeter GPS Pro cu rezultatele măsurării altitudinii, precum și a altor mărimi (coordonatele poziționării geografice, presiunea atmosferică, umiditatea etc.).

Barometer & Altimeter (iOS/Android)

Această aplicație folosește barometrul integrat pentru a calcula altitudinea pe baza presiunii atmosferice locale. Este ideală pentru utilizatori care au nevoie de măsurători precise în timp real, cum ar fi piloții,



alpiști sau cercetătorii. Datele pot fi corelate cu altitudinea GPS pentru o precizie suplimentară. Dezavantajele includ necesitatea de a calibra aplicația în mod regulat și dependența de condițiile atmosferice. Intervalul de măsurare este de la -500 m (sub nivelul mării) până la 10,000 m, cu o precizie de ± 1 metru.

Elevation Tracker (iOS)

Elevation Tracker folosește datele GPS și informațiile barometrice pentru a determina altitudinea și pentru a înregistra modificările acesteia pe parcursul unei activități. Este foarte utilă pentru drumeții, alergare sau ciclism, oferind grafice detaliate și hărți interactive. Precizia măsurătorilor depinde de semnalul GPS și de senzorii telefonului, cu o marjă de eroare de $\pm 5-10$ m în funcție de condiții.



3.6. Măsurarea presiunii atmosferice

Presiunea atmosferică reprezintă forța exercitată de aer asupra unei suprafețe unitare, fiind rezultatul greutateii coloanei de aer aflate deasupra acestei suprafețe. Aceasta este o mărime fizică importantă, esențială pentru meteorologie, aviație și diverse aplicații tehnice. Presiunea atmosferică variază în funcție de altitudine, temperatură și condițiile locale, având un rol semnificativ în fenomenele climatice și în prognoza meteo.

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: Pascal (Pa).

Alte unități de măsură:

Hectopascal (hPa): 1 hPa=100 Pa

Milibar (mb): 1 mb=1 hPa

Atmosferă (atm): 1 atm=101325 Pa

Milimetri coloană de mercur (mmHg): 1 mmHg=133.322 Pa

Aplicații mobile pentru măsurarea presiunii atmosferice

Professional Barometer (iOS/Android)

Professional Barometer este o aplicație destinată utilizatorilor care au nevoie de măsurători precise ale presiunii atmosferice. Aceasta folosește senzorii barometrice integrați în dispozitiv și oferă posibilitatea de calibrare pentru acuratețe sporită. Interfața este intuitivă, iar aplicația include grafice pentru urmărirea variațiilor presiunii în timp. Intervalul de măsurare variază în funcție de dispozitiv, însă aplicația este optimizată pentru a oferi rezultate precise, cu o marjă de eroare de $\pm 1-2$ hPa.



Barometer & Altimeter (iOS/Android)

Barometer & Altimeter utilizează barometrul integrat în telefoanele moderne pentru a măsura presiunea atmosferică și altitudinea. Principiul său de funcționare se bazează pe senzorii de presiune ai dispozitivului, care calculează presiunea aerului și o



transformă în informații utile pentru utilizator. Aplicația este foarte precisă în măsurătorile locale, având posibilitatea de a afișa date în diverse unități, cum ar fi hPa, mmHg sau atm. Utilizatorii apreciază interfața simplă și funcționalitatea dublă pentru presiune și altitudine, însă acuratețea poate fi influențată de condițiile atmosferice instabile sau de o calibrare incorectă. Intervalul de măsurare este tipic între 300 hPa și 1100 hPa, cu o precizie de $\pm 1 \div 2$ hPa.



Figura 6. Captură de ecran a interfeței aplicației Professional Barometer cu rezultatele măsurării presiunii atmosferice.

Barometer Plus (iOS/Android)

Barometer Plus transformă telefonul într-un barometru digital, utilizând senzorii de presiune pentru a oferi măsurători precise ale presiunii atmosferice. Aplicația este utilă atât pentru activități outdoor, cum ar fi drumețiile, cât și pentru prognoza meteo personalizată. Funcționalitățile suplimentare includ grafice în timp real și posibilitatea de a salva istoricul măsurătorilor. Avantajele aplicației constau în interfața ușor de utilizat și precizia ridicată, însă calibrarea poate fi necesară pentru obținerea rezultatelor exacte. Intervalul de măsurare acoperă 300 hPa până la 1100 hPa, iar precizia este de ± 1 hPa.



Altimeter GPS Pro (iOS/Android)

Această aplicație combină măsurarea presiunii atmosferice cu funcții avansate de determinare a altitudinii. Barometrul dispozitivului este utilizat pentru a calcula presiunea atmosferică, iar informațiile despre altitudine sunt corelate cu datele GPS pentru rezultate mai precise. Este ideală pentru analiza condițiilor meteo locale. Dezavantajele includ consumul ridicat de baterie și necesitatea unei conexiuni GPS stabile pentru rezultate optime. Intervalul de măsurare este între 300 hPa și 1100 hPa, cu o precizie de $\pm 1-2$ hPa.



3.7. Măsurarea temperaturii

Temperatura este o mărime fizică fundamentală ce exprimă gradul de agitație termică a particulelor unui corp sau a unui mediu. Ea este o măsură a energiei cinetice medii a particulelor și indică nivelul de căldură al unui obiect sau al unui sistem. În știință și tehnologie, temperatura este esențială pentru procesele fizice, chimice și biologice, fiind utilizată în meteorologie, medicină, inginerie și alte domenii

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: Kelvin (K).

Alte unități de măsură:

Celsius (°C): $T(^{\circ}\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273.15$

Fahrenheit (°F): $T(^{\circ}\text{F}) = T(^{\circ}\text{C}) \times 9/5 + 32$

Aplicații mobile pentru măsurarea temperaturii:

Thermometer++ (iOS/Android)

Thermometer++ folosește senzorii de temperatură integrați în telefoanele mobile pentru a măsura temperatura mediului ambiant. În lipsa senzorilor interni, aplicația se bazează pe date meteo locale obținute din surse online. Aceasta este ideală pentru verificări rapide ale condițiilor ambientale, cum ar fi temperatura din locuință sau în spații deschise. Avantajele includ interfața intuitivă și posibilitatea de a selecta unitățile de măsură preferate (Celsius, Fahrenheit). Totuși, dacă aplicația utilizează doar date meteo externe, precizia poate varia în funcție de sursa de informație. Intervalul de măsurare depinde de senzorii dispozitivului și poate acoperi temperaturi de la -30°C la $+50^{\circ}\text{C}$, cu o precizie de $\pm 1-2^{\circ}\text{C}$.



Room Temperature Thermometer (iOS/Android)

Această aplicație utilizează senzorii de temperatură și umiditate ai telefonului pentru a calcula temperatura din mediul înconjurător. În lipsa senzorilor interni, aplicația extrapolează datele de temperatură din conexiunile meteo online. Este utilă



pentru a monitoriza temperatura interioară sau condițiile de mediu, fiind populară în utilizarea casnică. Avantajele includ posibilitatea de a înregistra date istorice, însă precizia poate fi limitată de absența senzorilor specifici pe unele telefoane. Intervalul tipic de măsurare este între $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ și $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, iar precizia variază între $\pm 2\text{-}3\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Figura 7. Captură de ecran a interfeței aplicației Thermometer++ cu rezultatele măsurării temperaturii atmosferice.

Real Thermometer+ (iOS)

Această aplicație este concepută pentru a oferi măsurători ale temperaturii ambientale utilizând senzorii interni ai dispozitivului sau date externe. Real Thermometer+ este apreciată pentru interfața simplă și capacitatea de a afișa rapid temperaturile. Este potrivită pentru măsurători aproximative, însă precizia depinde de senzorii dispozitivului. Dacă senzorii interni lipsesc, aplicația se bazează pe datele meteo online. Intervalul de măsurare este între $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ și $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, cu o precizie de $\pm 1\text{-}3\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Weather (iOS/Android)

Weather integrează funcționalitatea de prognoză meteo cu măsurarea temperaturii ambientale. Aplicația oferă informații detaliate despre temperatură, umiditate și alte condiții meteorologice, utilizând date externe. Aceasta este populară pentru utilizatorii care doresc o soluție completă pentru monitorizarea vremii, dar nu poate măsura direct temperatura dacă dispozitivul nu are un senzor termic. Intervalul de măsurare este similar cu cel al altor aplicații meteo, iar precizia depinde de sursa de date.



3.8. Măsurarea umidității

Umiditatea este o mărime fizică ce reprezintă cantitatea de vapori de apă prezentă într-un volum de aer sau pe o suprafață. Aceasta este un parametru esențial în meteorologie, agricultură, climatizare și multe alte domenii. Umiditatea se exprimă cel mai frecvent sub formă de:

- **Umiditate relativă:** Procentajul dintre cantitatea efectivă de vapori de apă din aer și cantitatea maximă de vapori pe care aerul o poate conține la o anumită temperatură.
- **Umiditate absolută:** Masa de vapori de apă prezentă într-un volum de aer (de obicei exprimată în g/m^3).

Unități de măsură:

Umiditate relativă: Procent (%)

Umiditate absolută: grame pe metru cub (g/m^3)

Aplicații mobile pentru măsurarea umidității:

Hygrometer - Check the humidity (iOS/Android)

Această aplicație utilizează senzorii de umiditate integrați în telefoanele care dispun de această funcționalitate sau extrapolează informațiile din surse externe, cum ar fi datele meteo online. Hygrometer este apreciată pentru interfața sa simplă și capacitatea de a afișa umiditatea relativă în timp real. Este utilă pentru a verifica umiditatea ambientală în interior sau exterior, însă precizia poate varia dacă telefonul nu dispune de un senzor dedicat. Intervalul de măsurare este de 0% la 100% umiditate relativă, iar precizia depinde de sursa datelor ($\pm 5-10\%$).



Room Humidity Meter (Android)

Această aplicație folosește fie senzorii dispozitivului, fie date meteo externe pentru a calcula umiditatea relativă. Este ideală pentru utilizări casnice, cum ar fi monitorizarea umidității pentru plante sau pentru confortul termic. Avantajele includ capacitatea de a înregistra date istorice, dar dependența de surse



externe poate limita precizia. Intervalul de măsurare este între 0% și 100%, cu o precizie estimată de $\pm 5\%$.



Figura 8. Captură de ecran a interfeței aplicației Hygrometer cu rezultatele măsurării umidității ambientale.

Thermo-Hygrometer (iOS)

Thermo-Hygrometer oferă atât măsurători de temperatură, cât și de umiditate relativă, utilizând senzorii telefonului sau datele externe. Aceasta este utilizată frecvent pentru a evalua condițiile interioare, precum cele din birouri sau locuințe. Interfața



aplicației este intuitivă și include grafice pentru variațiile de umiditate în timp. Dezavantajele includ dependența de senzorii dispozitivului și de condițiile meteorologice raportate. Intervalul de măsurare acoperă 0% la 100%, cu o precizie de $\pm 5\%$.

Weather & Widget - Weawow (iOS/Android)

Această aplicație oferă prognoze meteo detaliate și include măsurători ale umidității relative, bazându-se exclusiv pe surse de date externe. Este utilă pentru utilizatorii care doresc o aplicație completă pentru condițiile meteorologice, dar nu poate măsura umiditatea direct. Intervalul de măsurare acoperă 0% la 100%, iar precizia depinde de sursele externe ($\pm 5-10\%$).



3.9. Măsurarea intensității luminoase

Intensitatea luminoasă reprezintă cantitatea de energie luminoasă emisă sau radiată de o sursă de lumină într-o direcție specifică, per unitate de unghi solid. Este o mărime fizică fundamentală în Sistemul Internațional de Unități (SI), utilizată în domenii precum proiectarea iluminatului, fotografia, cinematografia și ingineria mediului. Intensitatea luminoasă se referă strict la fluxul luminos emis pe unitate de unghi solid și se deosebește de iluminare, care măsoară fluxul luminos pe o suprafață.

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: candela (cd)

Alte unități de măsură:

Lux (lx): măsoară iluminarea, definită ca fluxul luminos pe unitatea de suprafață ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).

Lumen (lm): măsoară fluxul luminos total emis de o sursă.

Aplicații mobile pentru măsurarea intensității luminoase

Lux Light Meter Pro (iOS/Android)

Lux Light Meter Pro utilizează senzorul de lumină al telefonului pentru a măsura iluminarea în lux. Principiul său de funcționare implică captarea intensității luminii incidente și compararea valorii cu standardele integrate în aplicație. Este apreciată pentru simplitatea interfeței și capacitatea de a oferi măsurători rapide pentru iluminarea interioară și exterioară. Totuși, precizia depinde de calitatea senzorului de lumină al dispozitivului. Aplicația este ideală pentru evaluări preliminare, cum ar fi ajustarea iluminării în birouri sau locuințe. Intervalul de măsurare este între 1 lx și 100,000 lx, iar precizia variază între $\pm 10\%$ și $\pm 15\%$, în funcție de dispozitiv.



Light Meter Lux Measurement (Android)

Această aplicație permite măsurarea iluminării în lux, utilizând senzorul de lumină al telefonului. Este potrivită pentru măsurători generale, cum ar fi evaluarea condițiilor de iluminare pentru fotografia profesională sau pentru conformitatea cu standardele de iluminat. Aplicația oferă un ghid vizual și grafic pentru interpretarea rezultatelor. Avantajele includ accesibilitatea gratuită și suportul pentru dispozitive mai vechi. Totuși, este mai puțin precisă decât instrumentele profesionale dedicate. Intervalul de măsurare acoperă 0 lx până la 50,000 lx, iar precizia este de $\pm 15\%$.



Lux Light Meter (Android)

Această aplicație este destinată fotografilor și profesioniștilor care necesită măsurători detaliate ale luminii. Utilizează atât camera, cât și senzorul de lumină al dispozitivului pentru a calcula intensitatea luminoasă. Avantajele includ suportul pentru multiple unități de măsură (lux, foot-candles) și funcții avansate, cum ar fi salvarea măsurătorilor și analiza datelor. Dezavantajele includ dependența de calitatea camerei telefonului și posibilele erori în condiții de iluminare slabă. Intervalul de măsurare este între 1 lx și 200,000 lx, iar precizia este de $\pm 5-10\%$, în funcție de dispozitiv și condițiile de iluminare.



Galactica Luxmeter (iOS)

Această aplicație combină senzorul de lumină al telefonului cu algoritmi avansați pentru a măsura intensitatea luminoasă. Este folosită frecvent în proiectarea iluminatului și în evaluarea mediilor de lucru, asigurând conformitatea cu standardele de siguranță. Funcționează bine atât în condiții de iluminare naturală, cât și artificială. Dezavantajele includ variații semnificative ale preciziei pe dispozitivele mai vechi. Intervalul de măsurare este de până la 100,000 lx, iar precizia este de $\pm 10\%$.





Figura 9. Captură de ecran a interfeței aplicației Galactica Luxmeter cu rezultatele măsurării iluminării (luminanței) la locul de muncă/birou, la înălțimea ochiului utilizatorului.

3.10. Măsurarea timpului

Timpul este o mărime fizică fundamentală care descrie durata unui eveniment sau intervalul dintre două evenimente. Este unul dintre cele șapte parametri fundamentali ai Sistemului Internațional de Unități (SI) și joacă un rol esențial în toate domeniile științei, tehnologiei și vieții cotidiene. Timpul este măsurat în funcție de mișcarea periodică a unor fenomene naturale, cum ar fi rotația Pământului sau oscilațiile atomilor.

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: Secunda (s)

Alte unități de măsură:

Minute (min): 1 min = 60 s

Ore (h): 1 h = 3600 s

Zile (d): 1 d = 86,400 s

Aplicații mobile pentru măsurarea timpului

Stopwatch (iOS/Android)

Această aplicație este concepută pentru măsurarea precisă a intervalelor de timp, fiind utilizată frecvent în activități sportive, experimentare științifică sau alte contexte care necesită cronometrarea exactă. Principiul său de funcționare se bazează pe



meccanismul de cronometrare digitală al telefonului, care este sincronizat cu ceasul intern al dispozitivului. Stopwatch oferă o interfață simplă, funcționalități precum pauză și resetare și poate înregistra timp intermediari (laps). Este extrem de precisă, cu o rezoluție de până la milisecunde, și nu este influențată de condiții externe. Avantajul major constă în accesibilitatea și fiabilitatea sa, iar limita principală este dependența de bateria dispozitivului.

Google Clock (Android)

Google Clock integrează funcții avansate de măsurare a timpului, cum ar fi alarme, cronometre și ceasuri mondiale. Cronometrul este extrem de intuitiv și precis, utilizând algoritmi software pentru a asigura acuratețea în măsurarea intervalelor. Aplicația include o interfață minimalistă, care permite utilizatorilor să gestioneze multiple activități bazate pe timp. Precizia sa este garantată de ceasul intern al telefonului și de sincronizarea cu serverele de timp NTP (Network Time Protocol), cu abateri de doar câteva milisecunde.



Time Timer (iOS/Android)

Această aplicație este destinată în special pentru gestionarea timpului în activități educaționale sau profesionale. Utilizează o reprezentare vizuală a timpului rămas, ceea ce o face ideală pentru utilizatorii care doresc o metodă intuitivă de măsurare a timpului. Time Timer este frecvent utilizată în sălile de clasă sau în gestionarea timpului de lucru. Avantajele includ posibilitatea de a personaliza alertele și de a vizualiza timpul în mod grafic, însă aplicația este mai puțin potrivită pentru măsurători de timp extrem de precise.



AtomicClock: NTP Time (iOS/Android)

AtomicClock: NTP Time permite utilizatorilor să sincronizeze ceasul dispozitivului mobil cu standardele internaționale de timp atomic. Aplicația este ideală pentru situațiile care necesită o sincronizare extrem de precisă, cum ar fi coordonarea experimentelor științifice sau a rețelelor globale. Precizia este garantată de sincronizarea cu serverele de timp NTP și este influențată doar de latența rețelei. Aceasta este extrem de precisă, cu deviații de ordinul microsecundelor.





Figura 10. Captură de ecran a interfeței aplicației AtomicClock, indicând ora atomică.

3.11. Măsurarea vitezei

Viteza este o mărime fizică vectorială care exprimă rata de schimbare a poziției unui obiect în timp, în raport cu un sistem de referință. Este definită ca distanța parcursă de un obiect pe unitatea de timp. Viteza joacă un rol esențial în fizică, inginerie și transporturi, fiind utilizată pentru monitorizarea mișcării și analiza dinamicii.

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: Metru pe secundă (m/s)

Alte unități de măsură:

Kilometri pe oră (km/h): $1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$

Mile pe oră (mi/h): $1 \text{ mi/h} = 1.609 \text{ km/h}$

Aplicații mobile pentru măsurarea vitezei

Speedometer GPS (iOS/Android)

Această aplicație utilizează datele GPS ale telefonului pentru a calcula viteza de deplasare în timp real. Principiul său de funcționare implică determinarea distanței dintre pozițiile succesive ale telefonului și timpul necesar pentru a parcurge aceste distanțe. Speedometer GPS este populară pentru utilizări în domeniul transporturilor, ciclism și sporturi la aer liber. Aplicația oferă interfață intuitivă, afișând viteza în diverse unități de măsurare (m/s, km/h, mi/h). Intervalul de măsurare este între 0 km/h și 300 km/h, cu o precizie de $\pm 1 \div 2 \text{ km/h}$, în funcție de calitatea semnalului GPS.



Speedometer (Android)

Această aplicație este apreciată pentru designul său minimalist și interfața ușor de utilizat. Folosind GPS-ul dispozitivului, afișează viteza curentă, viteza maximă și distanța parcursă. Este ideală pentru utilizatorii care preferă o soluție simplă și fără funcții suplimentare complexe. Precizia măsurătorilor este



de ± 1 km/h, iar aplicația este compatibilă cu majoritatea dispozitivelor Android.



Figura 11. Captură de ecran a interfeței aplicației Speedometer în timpul măsurării vitezei de deplasare a autovehiculului.

DigiHUD Speedometer (Android)

DigiHUD Speedometer transformă telefonul într-un afișaj digital pentru viteza de deplasare, utilizând tehnologia GPS. Este utilizată frecvent în autovehicule și biciclete pentru monitorizarea vitezei și a distanței parcurse. Aplicația include funcții



precum istoricul vitezelor, medii și maxime, și poate funcționa în modul offline. Avantajele includ afișaj clar și funcționalități avansate, însă precizia poate fi afectată de pierderile semnalului GPS. Intervalul de măsurare este între 0 km/h și 500 km/h, iar precizia este de ± 1 km/h.

Speed Tracker: GPS Speedometer (iOS)

Speed Tracker este o aplicație GPS avansată care calculează viteza de deplasare, distanța și timpul de călătorie. Este utilizată frecvent de șoferi și sportivi pentru monitorizarea performanței. Aplicația oferă funcționalități precum salvarea traseelor, afișajul vitezei în timp real și analiza istoricului de mișcare.

Avantajele includ interfața prietenoasă și sincronizarea datelor cu alte dispozitive. Intervalul de măsurare este între 0 km/h și 300 km/h, iar precizia este de $\pm 1-2$ km/h.



3.12. Măsurarea accelerației

Accelerația este o mărime fizică vectorială care descrie rata de variație a vitezei unui obiect în timp. Este un parametru fundamental în dinamica clasică, fiind utilizată pentru a analiza mișcarea obiectelor sub acțiunea forțelor. În fizică, accelerația este definită prin relația:

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, unde Δv este variația vitezei (în m/s) și Δt este intervalul de timp (în s).

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: Metru pe secundă la pătrat (m/s^2)

Alte unități de măsură:

Gal (Galileo): 1 Gal=0.01 m/s^2 (utilizat în geofizică)

Multipli ai accelerației gravitaționale (g): 1 g=9.80665 m/s^2

Aplicații mobile pentru măsurarea accelerației

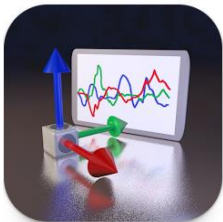
Physics Toolbox Accelerometer (Android/iOS)

Physics Toolbox Accelerometer utilizează accelerometrul integrat al telefonului pentru a măsura accelerația pe cele trei axe (X, Y, Z). Aplicația este utilă în domeniul educației, ingineriei și pentru realizarea experimentelor științifice pentru a analiza mișcarea obiectelor sau pentru a monitoriza vibrațiile. Datele sunt prezentate sub formă de grafice și pot fi exportate pentru analize ulterioare. Avantajele includ interfața intuitivă și suportul pentru înregistrarea datelor în timp real. Intervalul tipic de măsurare este de $\pm 20 \text{ m/s}^2$, cu o precizie de $\pm 0.1 \text{ m/s}^2$.



Accelerometer Meter (Android)

Această aplicație măsoară accelerația folosind senzorii telefonului și afișează valorile pe axe individuale sau ca magnitudine totală. Este populară pentru măsurători generale, cum ar fi analiza mișcării sau detectarea vibrațiilor. Aplicația permite înregistrarea datelor și oferă vizualizări grafice simple. Totuși, precizia



poate varia în funcție de calitatea senzorilor dispozitivului. Intervalul de măsurare este între $\pm 16 \text{ m/s}^2$, cu o precizie de $\pm 0.2 \text{ m/s}^2$.

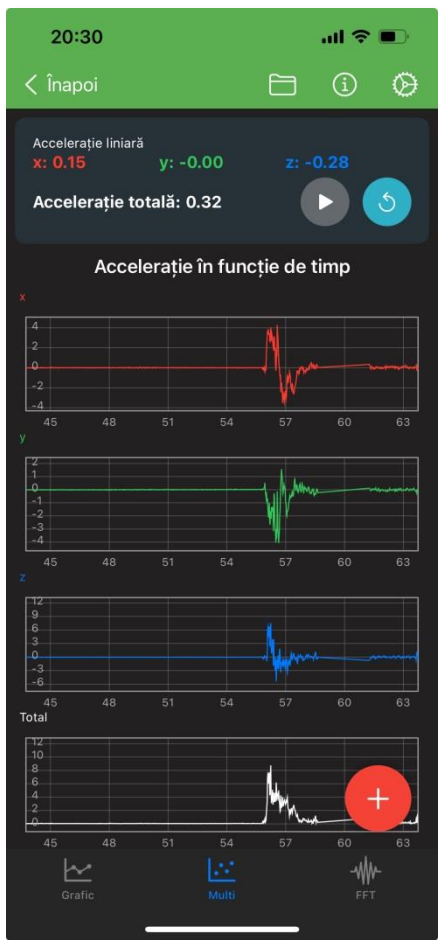


Figura 12. Captură de ecran a interfeței aplicației Physics Toolbox Accelerometer în timpul măsurării accelerației unui obiect în mișcare pe 3 axe.

Sensor Kinetics (Android)

Sensor Kinetics este o aplicație avansată care monitorizează și analizează senzorii interni ai telefonului, inclusiv accelerometrul. Aceasta oferă grafice detaliate și funcții de calibrare, fiind utilizată frecvent pentru aplicații profesionale și educaționale.



Aplicația permite vizualizarea accelerației pe axe multiple și exportul datelor în diverse formate. Intervalul de măsurare este între $\pm 20 \text{ m/s}^2$, iar precizia este de $\pm 0.1 \text{ m/s}^2$.

SensorLog (iOS)

Această aplicație avansată pentru iOS permite monitorizarea accelerației și a altor date senzoriale în timp real. Este utilizată frecvent în cercetare și educație datorită capacității sale de a exporta date pentru analize suplimentare. Aplicația afișează datele accelerometrului pe trei axe, oferind grafice detaliate și opțiuni de personalizare. Este apreciată pentru precizia ridicată, care depinde de calitatea senzorilor dispozitivului.



3.13. Măsurarea vibrațiilor

Vibrația reprezintă o oscilație mecanică în jurul unei poziții de echilibru, cauzată de forțe aplicate asupra unui sistem sau obiect. În domeniul tehnic, măsurarea vibrațiilor este esențială pentru monitorizarea și diagnosticarea echipamentelor, precum motoare, mașini industriale sau structuri. Parametrii vibrațiilor includ frecvența (Hz), amplitudinea (m sau mm) și accelerația (m/s^2).

Unități de măsură:

Frecvența: Hertz (Hz)

1 Hz = 1 oscilație / s.

Frecvența: $f = 1 / T$, unde T este perioada oscilației.

Amplitudinea: Metru (m) sau milimetru (mm). Se determină ca distanța maximă de la poziția de echilibru.

Accelerația: Metru pe secundă la pătrat (m/s^2).

Accelerația vibrației se calculează conform formulei: $a = \omega^2 * x$, unde ω este viteza unghiulară, iar x este deplasarea maximă.

Aplicații mobile pentru măsurarea vibrațiilor

Vibration Meter (iOS/Android)

Vibration Meter transformă telefonul într-un vibrometru utilizând accelerometrul integrat pentru a detecta și măsura vibrațiile. Aplicația afișează date precum frecvența, amplitudinea și accelerația vibrațiilor. Este frecvent utilizată pentru diagnosticul de bază al echipamentelor și monitorizarea vibrațiilor în medii industriale sau casnice. Avantajele includ o interfață ușor de utilizat și disponibilitatea pe majoritatea dispozitivelor. Totuși, precizia depinde de sensibilitatea accelerometrului dispozitivului. Intervalul de măsurare tipic este între 1 Hz și 200 Hz, cu o precizie de $\pm 2-5\%$.



Physics Toolbox Sensor Suite (Android)

Această aplicație este destinată măsurătorilor de vibrații și oferă afișaje în timp real ale amplitudinii și frecvenței vibrațiilor detectate. Este utilizată frecvent în scopuri educaționale și practice, cum ar fi analiza vibrațiilor în structuri și echipamente. Avantajele includ capacitatea de a înregistra și exporta date pentru analize ulterioare. Limitele aplicației sunt determinate de performanța accelerometrului telefonului. Intervalul de măsurare este între 0.1 Hz și 250 Hz, iar precizia este de $\pm 1\div 3\%$.



Vibration Analysis (iOS/Android)

Vibration Analysis este o aplicație avansată care oferă analiza vibrațiilor folosind date de la accelerometrul telefonului. Include funcții precum spectrografie și analiza amplitudinilor și frecvențelor. Este utilizată în special în monitorizarea mașinilor industriale și a structurilor. Avantajele includ opțiuni avansate de configurare și exportul datelor. Totuși, pentru rezultate profesionale, este necesară calibrarea precisă. Intervalul de măsurare variază între 0.5 Hz și 300 Hz, cu o precizie de $\pm 1\%$.



Vibrometer: Seismograph (Android)

Această aplicație măsoară vibrațiile solului și ale structurilor utilizând accelerometrul telefonului. Este populară pentru detectarea vibrațiilor cauzate de mișcările seismice sau de echipamente grele. Avantajele includ posibilitatea de a înregistra evenimente și de a afișa grafice detaliate. Dezavantajele sunt date de limitările hardware ale telefonului, ceea ce poate afecta măsurătorile de precizie înaltă. Intervalul de măsurare este între 0.1 Hz și 100 Hz, cu o precizie de $\pm 5\%$.

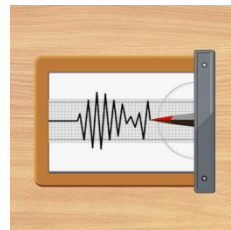




Figura 13. Captură de ecran a interfeței aplicației Vibrometer: Seismograph cu prezentarea rezultatelor măsurării vibrațiilor.

3.14. Măsurarea intensității sonore

Intensitatea sonoră reprezintă energia transportată de undele sonore printr-o unitate de suprafață, perpendiculară pe direcția de propagare, într-un anumit interval de timp. Este o mărime fizică esențială pentru evaluarea zgomotului ambiental, acustica arhitecturală și sănătatea auditivă. Intensitatea sonoră este măsurată de obicei în decibeli (dB), o scară logaritmică care compară nivelul presiunii acustice a unui sunet cu un prag de referință stabilit la 20 μPa (presiunea acustică minimă perceptibilă de urechea umană).

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: Decibel (dB).

Formule utilizate:

Nivelul de intensitate sonoră (dB):

$$L = 10 \times \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right).$$

unde I este intensitatea sunetului (W/m^2), iar I_0 este intensitatea de referință ($10^{-12} W/m^2$).

Nivelul presiunii acustice (dB SPL¹):

$$L_P = 20 \times \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right),$$

unde P este presiunea acustică (în Pascal) și P_0 este presiunea de referință (20 μPa).

Aplicații mobile pentru măsurarea intensității sonore

Sound Meter (Android)

Sound Meter transformă telefonul într-un sonometru digital, utilizând microfonul integrat pentru a măsura presiunea acustică a sunetelor din mediu. Aceasta afișează nivelurile sonore în decibeli și poate înregistra date pentru analiză ulterioară. Avantajele



¹ decibeli nivel de presiune acustică (Sound Pressure Level)

aplicației includ interfața intuitivă și capacitatea de a măsura zgomotele ambientale într-o gamă largă, de la sunete liniștite la zgomote puternice. Totuși, precizia depinde de calitatea microfonului telefonului și poate varia cu $\pm 1 \div 3$ dB. Intervalul de măsurare este tipic între 30 dB și 130 dB.

Decibel X: dB Sound Level Meter (iOS/Android)

Decibel X este o aplicație avansată pentru măsurarea intensității sonore, utilizată frecvent în evaluarea zgomotului ambiental și în acustica profesională. Principiul său de funcționare implică calibrarea microfonului telefonului pentru a asigura măsurători precise. Aplicația oferă funcționalități precum grafice în timp real, spectrografie și înregistrare de date. Este extrem de precisă pentru utilizări generale, cu o variație de ± 1 dB după calibrare. Intervalul de măsurare este de la 30 dB la 130 dB, fiind potrivită pentru utilizări profesionale și recreative.



AudioTool (Android)

Această aplicație avansată combină un analizor spectral cu un nivelmetru de zgomot, folosind FFT (Fast Fourier Transform) pentru măsurători detaliate. Este utilă pentru inginerii de sunet și profesioniștii din domeniul acusticii. AudioTool oferă opțiuni de calibrare și poate măsura cu precizie nivelurile de presiune acustică (SPL), cu o marjă de eroare de $\pm 1-2$ dB.



Niosh Sound Level Meter (iOS)

Dezvoltată de Institutul Național pentru Sănătate și Siguranță Ocupațională (NIOSH), această aplicație este concepută pentru măsurarea nivelului de zgomot la locul de muncă. Este considerată una dintre cele mai precise aplicații mobile pentru măsurarea zgomotului, având certificare pentru utilizarea în monitorizarea conformității cu reglementările de siguranță acustică. Intervalul de măsurare este 40 dB \div 120 dB, cu o precizie de ± 1 dB.





Figura 14. Captură de ecran a interfeței aplicației Niosh Sound Level Meter, prezentând rezultatele măsurării intensității sonore pe un interval de 2:23 minute.

3.15. Măsurarea frecvenței sonore

Frecvența sonoră reprezintă numărul de oscilații sau cicluri pe care o undă sonoră le efectuează într-o unitate de timp. Este o mărime fizică fundamentală care determină înălțimea sunetului (pitch). Frecvența este exprimată în Hertz (Hz), unde 1 Hz corespunde unei oscilații pe secundă. Intervalele de frecvență percepute de urechea umană variază, în general, între 20Hz și 20,000Hz, cunoscut și ca domeniul auzului uman.

Unități de măsură:

Unitatea de măsură SI: Hertz (Hz)

Frecvența (f): $f = 1 / T$, unde T este perioada undei, exprimată în secunde.

Aplicații mobile pentru măsurarea frecvenței sonore

Frequency Sound Generator (iOS/Android)

Această aplicație este utilizată atât pentru generarea, cât și pentru măsurarea frecvenței sonore. Principiul său de funcționare implică microfonul telefonului pentru a capta sunetele și algoritmi digitali care analizează undele acustice.

Este utilă pentru teste audio, reglarea echipamentelor acustice și analiza sunetelor din mediu. Avantajele includ o interfață prietenoasă și capacitatea de a genera sunete cu frecvențe controlate, însă măsurătorile sunt dependente de calitatea microfonului dispozitivului. Intervalul de măsurare este tipic între 20 Hz și 20,000 Hz, cu o precizie de $\pm 1 \div 2$ Hz.



Spectroid (Android)

Spectroid este o aplicație avansată de analiză spectrală care măsoară frecvența sunetelor utilizând transformata Fourier rapidă (FFT). Aplicația afișează spectrul de frecvențe în timp real, permițând identificarea precisă a componentelor frecvențiale.

Este frecvent utilizată în domeniul acusticii pentru analiza sunetelor, în muzică pentru ajustarea și optimizarea sunetului, precum și în testarea și calibrarea echipamentelor audio. Avantajele



includ interfața grafică detaliată și precizia ridicată, însă aceasta necesită o calibrare atentă pentru microfon. Intervalul de măsurare variază între 10 Hz și 22,000 Hz, cu o precizie de ± 1 Hz.

Audio / Spectrum Analyzer (iOS)

Audio / Spectrum Analyzer este o aplicație avansată care utilizează analiza spectrală pentru măsurarea frecvenței sonore și a intensității semnalelor acustice. Aceasta descompune sunetele captate în componentele lor de frecvență prin Transformata Fourier Rapidă (FFT), oferind utilizatorilor o reprezentare grafică detaliată și intuitivă a spectrului audio. Este ideală pentru muzicieni, ingineri de sunet, educatori și utilizatori care doresc să analizeze acustica spațiilor sau performanțele dispozitivelor audio.



Aplicația oferă o gamă largă de funcționalități, inclusiv vizualizarea în timp real a spectrului audio, detectarea frecvențelor dominante și ajustarea graficului pentru o interpretare mai clară. Intervalul de măsurare acoperă frecvențe între 20 Hz și 22.000 Hz, corespunzător întregului spectru de auz uman. Precizia măsurătorilor depinde de calitatea microfonului dispozitivului și de condițiile de utilizare, fiind estimată la ± 5 Hz.

Sound Analyzer App (Android)

Sound Analyzer App este o aplicație destinată măsurării și analizei detaliate a sunetelor. Folosind transformata Fourier rapidă (FFT), aceasta permite utilizatorilor să vizualizeze spectrul audio și să identifice frecvențele dominante într-un mediu sonor. Este potrivită pentru inginerii de sunet, muzicieni, educatori și pentru utilizatorii care doresc să analizeze acustica spațiilor sau performanțele audio ale dispozitivelor. Aplicația poate analiza frecvențe cuprinse între 20 Hz și 22.000 Hz, ceea ce acoperă întregul spectru al auzului uman. Precizia măsurătorilor este influențată de calitatea microfonului telefonului și de condițiile de utilizare, fiind estimată la ± 5 Hz.



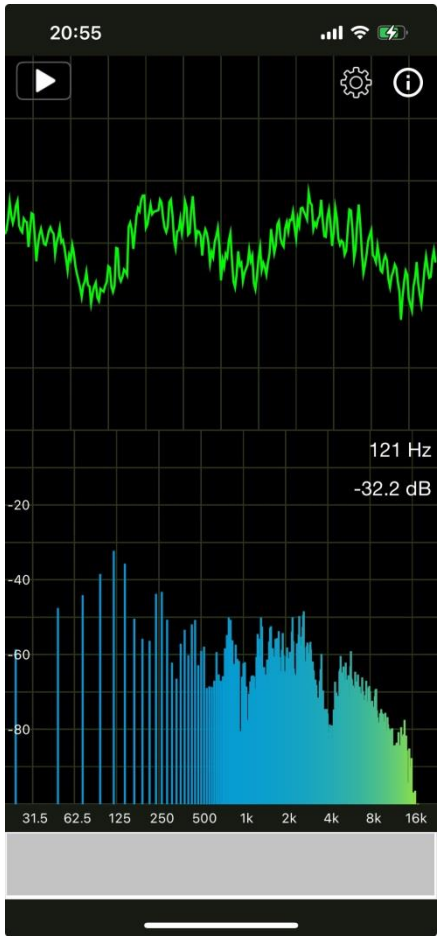


Figura 15. Captură de ecran a interfeței aplicației Audio / Spectrum Analyzer, prezentând rezultatele măsurării frecvenței sonore și a intensității semnalelor acustice.

3.16. Măsurarea câmpului magnetic

Câmpul magnetic este o mărime fizică vectorială care descrie influența forțelor magnetice generate de curenți electrici sau de magneți asupra particulelor încărcate electric. Este definit prin intensitatea și direcția liniilor de câmp magnetic și este exprimat în unități standardizate în Sistemul Internațional (SI). Măsurarea câmpului magnetic este esențială în domenii precum ingineria electrică, fizica, geologia și tehnologia comunicațiilor.

Unități de măsură

Unitatea de măsură SI: Tesla (T)

Alte unități de măsură:

Gauss (G): $1\text{ G}=10^{-4}\text{ T}$

Aplicații mobile pentru măsurarea câmpului magnetic

Physics Toolbox Magnetometer (Android/iOS)

Această aplicație folosește senzorul magnetometric integrat în telefon pentru a măsura intensitatea câmpului magnetic în microtesla (μT). Aplicația este utilizată în educație, pentru demonstrarea proprietăților câmpului magnetic, și în aplicații practice, cum ar fi identificarea surselor de interferență magnetică. Avantajele includ interfața simplă și posibilitatea de a înregistra date. Dezavantajele constau în dependența de calitatea senzorilor telefonului. Intervalul de măsurare este de $0\ \mu T$ până la $200\ \mu T$, cu o precizie de $\pm 1\div 2\ \mu T$.



Magnetometer (iOS)

Această aplicație este concepută pentru măsurarea câmpului magnetic din jurul dispozitivului și este utilizată pentru detecția variațiilor magnetice și pentru aplicații educaționale sau experimentale. Aplicația afișează intensitatea câmpului magnetic pe axele X, Y și Z și oferă grafice în timp real, permițând o monitorizare detaliată. Include și funcții de calibrare pentru îmbunătățirea rezultatelor. Rezultatele măsurărilor sunt sensibile la interferențele



magnetice externe și necesită calibrare frecventă pentru a menține precizia de $\pm 1 \mu\text{T}$, în condiții ideale. Interval de măsurare este de $0 \mu\text{T} - 150 \mu\text{T}$.



Figura 16. Captură de ecran a interfeței aplicației Magnetometer, prezentând rezultatele măsurării câmpului magnetic din imediata apropiere a telefonului mobil.

Gauss Meter (Android)

Gauss Meter oferă măsurători ale câmpului magnetic, exprimate atât în Tesla, cât și în Gauss. Este utilizată pentru a detecta magneți, cabluri electrice sau alte surse de câmp magnetic. Aplicația



afișează valorile câmpului magnetic în timp real și poate salva datele măsurărilor. Avantajele includ afișajul detaliat al intensității câmpului pe toate cele trei axe (X, Y, Z). Intervalul de măsurare variază între $0 \mu T$ și $300 \mu T$, iar precizia depinde de dispozitiv, fiind de $\pm 2-3 \mu T$.

Magnetic Field Meter (Android)

Această aplicație utilizează magnetometrul telefonului pentru a măsura intensitatea câmpului magnetic din jurul dispozitivului. Este folosită în mod frecvent pentru detectarea cablurilor electrice, a magneților ascunși și pentru analiza variațiilor câmpului magnetic în diferite medii. Principiul de funcționare se bazează pe detecția variațiilor de flux magnetic prin senzorul intern al telefonului. Aplicația include un grafic în timp real al intensității câmpului magnetic și opțiuni de calibrare pentru îmbunătățirea preciziei măsurărilor. Performanța poate fi influențată de interferențele magnetice externe și de calitatea senzorului telefonului. Interval de măsurare: $0 \mu T - 200 \mu T$ cu o precizie de $\pm 2 \mu T$, după calibrare.



3.17. Măsurarea direcției și orientării (busolă)

Direcția, în contextul măsurătorilor cu busola, reprezintă orientarea unui obiect sau a unui punct față de nordul magnetic sau nordul geografic. Busola este un instrument utilizat pentru determinarea direcției relative față de câmpul magnetic al Pământului, utilizând o săgeată indicatoare care se aliniază cu liniile de câmp magnetic.

Unități de măsură:

Grad sexagesimal (°): O circumferință completă este împărțită în 360°.

Miliazimale (mil): Utilizate în aplicații militare, unde o circumferință este împărțită în 6400 miliazimale.

Direcții cardinale: Nord (N), Sud (S), Est (E), Vest (W) și intermediare (ex. NE, SW).

Aplicații mobile pentru măsurarea direcției

Compass Galaxy (Android)

Această aplicație transformă telefonul într-o busolă digitală, utilizând senzorii magnetici și giroscopul pentru a afișa direcția față de nordul magnetic. Este simplă de utilizat și oferă informații precise despre orientare. Avantajele includ interfața clară și faptul că funcționează offline, însă precizia poate fi afectată de câmpurile magnetice externe. Intervalul de măsurare este între 0° și 360°, cu o precizie de $\pm 1^\circ$ după calibrare.



Compass XXL (iOS)

Compass XXL este o aplicație destinată măsurării direcției și orientării cu ajutorul telefonului mobil. Aceasta folosește magnetometrul integrat pentru a determina direcția cardinală și unghiul față de nordul magnetic. Aplicația oferă o interfață clară și intuitivă, cu afișarea în timp real a azimutului, ceea ce o face potrivită pentru drumeții, navigație și activități în aer liber.



În plus, Compass XXL integrează funcționalități suplimentare, cum ar fi indicarea unghiurilor de înclinație și calibrarea rapidă, pentru a asigura acuratețea măsurătorilor. Este apreciată pentru sensibilitatea ridicată și compatibilitatea cu diverse modele de iPhone. Precizia rezultatelor depinde de condițiile de mediu, fiind estimată la $\pm 1^\circ$.



Figura 17. Captură de ecran a interfeței aplicației Compass XXL utilizată în calitate de busolă.

Compass - Professional (iOS)

Această aplicație folosește magnetometrul telefonului pentru a oferi o busolă digitală precisă, completată de funcții suplimentare pentru detecția câmpurilor magnetice. Este utilizată frecvent în navigație, drumetii și alte activități care necesită determinarea direcției și analiza mediului magnetic.



Aplicația include afișaj detaliat al punctelor cardinale și un indicator al declinației magnetice. Avantajele sunt interfața intuitivă și versatilitatea funcțiilor, dar sensibilitatea poate fi afectată de interferențele externe. Intervalul de măsurare pentru intensitatea câmpului magnetic este de 0 μ T până la 150 μ T, iar precizia este estimată la $\pm 1^\circ$ pentru direcție și ± 2 μ T pentru câmpul magnetic, în condiții ideale și după calibrare.

Smart Compass (Android)

Smart Compass integrează funcții avansate pentru măsurarea direcției și include un mod AR care suprapune direcția peste imaginea capturată de cameră. Este potrivită pentru navigație, explorări și utilizări educaționale. Avantajele includ interfața ușor de utilizat și funcția de calibrare automată. Totuși, acuratețea poate scădea în prezența interferențelor magnetice. Intervalul de măsurare este $0^\circ \div 360^\circ$, iar precizia este de $\pm 1 \div 2^\circ$.



3.18. Măsurarea semnalului Wi-Fi

Semnalul Wi-Fi reprezintă intensitatea undelor electromagnetice transmise de un router sau un punct de acces către dispozitivele conectate. Acesta este utilizat pentru transmiterea datelor în rețelele wireless. Măsurarea semnalului Wi-Fi oferă informații despre calitatea conexiunii și este esențială pentru optimizarea rețelelor și identificarea problemelor de acoperire.

Unități de măsură:

Decibeli-miliwat (dBm): Măsoară puterea semnalului Wi-Fi. Valorile sunt negative, iar o valoare mai apropiată de 0 dBm indică un semnal mai puternic.

Valori tipice:

- 0 dBm: Semnal perfect (rar întâlnit).
- 30 dBm: Semnal excelent.
- 50 dBm: Semnal bun.
- 70 dBm: Semnal slab.
- 90 dBm: Conexiune foarte slabă sau inexistentă.

Mbps (megabiți pe secundă): Rata de transfer a datelor în rețea.

Aplicații mobile pentru măsurarea semnalului Wi-Fi

WiFi Analyzer (Android)

Această aplicație scanează rețelele Wi-Fi disponibile și afișează intensitatea semnalului în dBm. Include funcții precum analiza canalelor utilizate și recomandări pentru optimizarea rețelei. Este ideală pentru utilizatorii care doresc să îmbunătățească acoperirea Wi-Fi în locuințe sau birouri. Avantaje: interfață intuitivă, afișaj grafic clar. Dezavantaje: limitată la dispozitive Android. Interval de măsurare: -90 dBm până la 0 dBm, cu o precizie de $\pm 1 \div 2$ dBm.



Ubiquiti WiFiman (iOS/Android)

Această aplicație este utilizată pentru monitorizarea și analiza rețelelor Wi-Fi, oferind informații detaliate despre puterea semnalului, canalele utilizate și congestia acestora. WiFiman include un grafic în timp real al intensității semnalului și permite identificarea rețelelor din apropiere, optimizarea conexiunii și testarea vitezei internetului. Principiul de funcționare se bazează pe utilizarea senzorilor și a modulelor de rețea ale telefonului pentru a detecta semnalele Wi-Fi disponibile. Avantajele includ interfața intuitivă, compatibilitatea cu rețele multiple și acuratețea datelor prezentate. Dificultățile pot apărea în medii cu interferențe puternice sau conexiuni instabile. Interval de măsurare este cuprins între -100 dBm până la 0 dBm (puterea semnalului), cu o precizie de ± 3 dBm, în funcție de condițiile de rețea și performanța dispozitivului.



WiFi Signal Strength Meter (Android)

Această aplicație este destinată măsurării rapide a intensității semnalului Wi-Fi. Afișează valorile în dBm și sugerează locațiile optime pentru conectare. Este potrivită pentru utilizări ocazionale și pentru detectarea problemelor de semnal. Avantaje: utilizare ușoară, rapiditate. Dezavantaje: funcții limitate în comparație cu alte aplicații. Interval de măsurare: -90 dBm până la -10 dBm.



Network Analyzer: net tools (iOS)

Network Analyzer oferă funcționalități avansate pentru analiza rețelelor Wi-Fi și a conexiunilor la internet. Pe lângă măsurarea intensității semnalului, aplicația poate detecta dispozitivele conectate la rețea, testa viteza conexiunii și analiza configurațiile DNS. Interfața sa prietenoasă afișează informații detaliate despre puterea semnalului și calitatea conexiunii. Aplicația este ideală pentru utilizatorii care doresc să optimizeze performanța rețelelor Wi-Fi și să identifice eventualele probleme. Avantajele includ funcționalități multiple și raportări detaliate, dar poate consuma resurse suplimentare ale telefonului în timpul utilizării prelungite. Interval de



măsurare: -100 dBm până la 0 dBm (puterea semnalului). Precizie: ± 2 dBm.

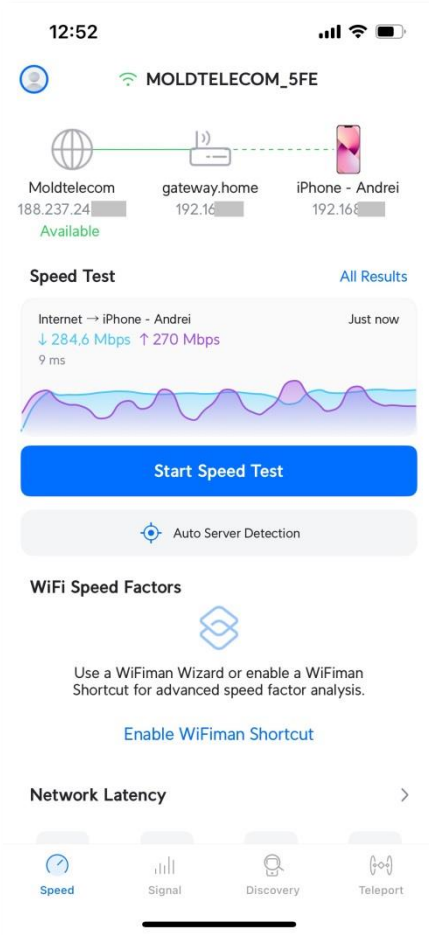


Figura 18. Captură de ecran a interfeței aplicației WiFiman, prezentând rezultatele identificării rețelei de comunicare și testării semnalului Wi-Fi.

3.19. Măsurarea semnalului rețelelor mobile

Semnalul rețelelor mobile reprezintă intensitatea undelor electromagnetice recepționate de un dispozitiv de la o stație de bază (turn de telefonie mobilă). Este un indicator esențial al calității conexiunii mobile, influențând viteza de transfer a datelor, calitatea apelurilor și stabilitatea semnalului în rețele 2G, 3G, 4G, 5G etc.

Unități de măsură:

Decibeli-miliwat (dBm): Măsoară puterea semnalului. Valorile sunt negative, iar o valoare mai apropiată de 0 dBm indică un semnal mai puternic.

Valori tipice:

- 50 dBm: Semnal excelent.
- 70 dBm: Semnal bun.
- 90 dBm: Semnal slab.
- 110 dBm: Semnal foarte slab.

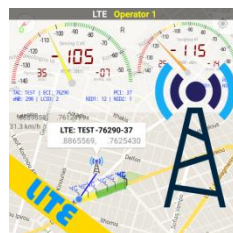
RSRP (Reference Signal Received Power): Indicator specific pentru rețele 4G și 5G, măsurând puterea semnalului de referință.

SINR (Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio): Raportul dintre semnalul util și interferențele plus zgomotul de fond.

Aplicații mobile pentru măsurarea semnalului rețelelor mobile

Network Cell Info Lite (Android)

Această aplicație afișează detalii despre intensitatea semnalului mobil, locația celulelor de rețea și calitatea conexiunii. Este ideală pentru utilizatori care doresc să analizeze performanța rețelei lor mobile. Avantaje: oferă informații detaliate despre parametrii semnalului (dBm, RSRP, SINR) și afișează harta turnurilor mobile. Dezavantaje: funcționalitățile avansate sunt disponibile doar în versiunea Pro. Interval de măsurare: -120 dBm până la -40 dBm.



Cellular Tower - Signal Finder (iOS)

Această aplicație este utilizată pentru măsurarea și monitorizarea semnalului rețelelor mobile, oferind informații detaliate despre intensitatea semnalului și localizarea turnurilor celulare din apropiere. Cellular Tower - Signal Finder folosește modulele de rețea ale telefonului pentru a detecta puterea semnalului exprimată în decibeli-miliwatt (dBm) și afișează aceste date într-o interfață grafică intuitivă. Aplicația este apreciată pentru utilitatea sa în optimizarea conexiunilor mobile, fiind frecvent utilizată de tehnicieni și utilizatori care întâmpină probleme de semnal. Sensibilitatea măsurătorilor poate fi afectată de interferențele din mediul înconjurător sau de congestia rețelelor mobile. Interval de măsurare: -120 dBm până la -30 dBm (puterea semnalului rețelelor mobile), iar precizia este egală cu ± 3 dBm.



Signal Strength (Android)

Această aplicație măsoară intensitatea semnalului rețelelor mobile, afișând valorile în dBm și calitatea conexiunii prin grafice în timp real. Este potrivită pentru utilizatori care doresc să optimizeze recepția semnalului. Avantaje: rapidă și ușor de utilizat, compatibilă cu majoritatea rețelelor. Dezavantaje: funcționalități limitate în comparație cu alte aplicații. Interval de măsurare: -120 dBm până la -50 dBm.



Network Signal Info (Android)

Această aplicație oferă detalii complete despre intensitatea semnalului mobil, tipul rețelei (2G, 3G, 4G, 5G) și locația turnurilor celulare. Este utilizată frecvent pentru optimizarea rețelelor și diagnosticarea problemelor de semnal. Avantaje: afișează detalii detaliate pentru utilizatorii avansați. Dezavantaje: interfață mai complexă pentru utilizatorii neexperimentați. Interval de măsurare: -130 dBm până la -50 dBm.



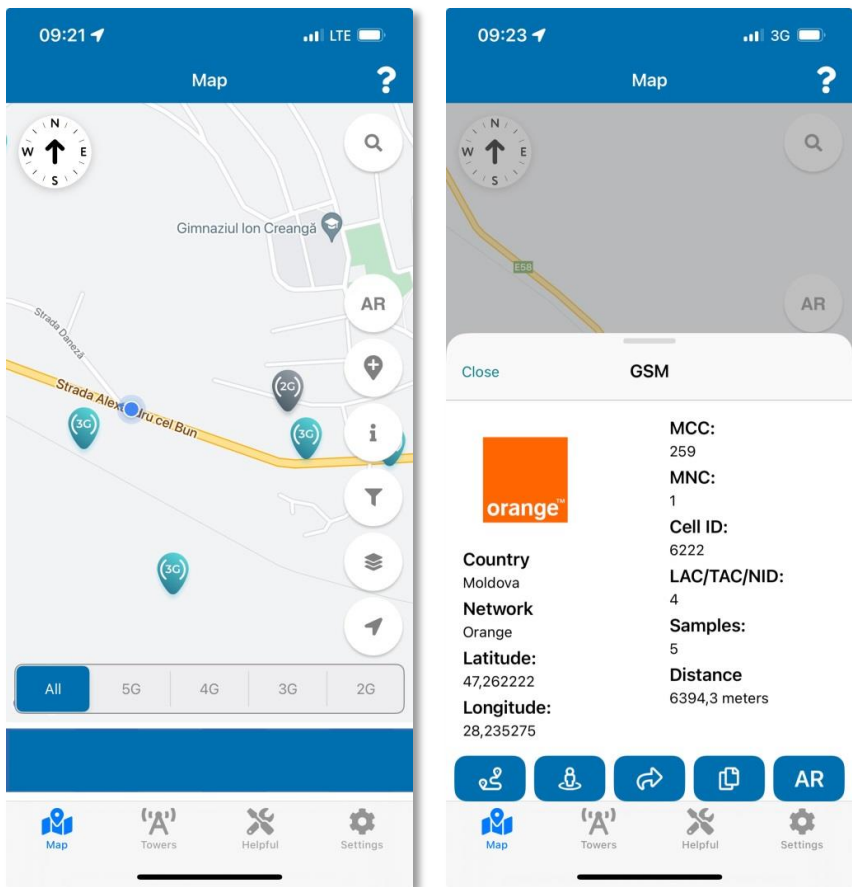


Figura 19. Capturi de ecran ale interfeței aplicației Cellular Tower - Signal Finder, prezentând identificarea pe hartă a rețelei de comunicare GSM și detalierea unuia dintre turnurile GSM.

3.20. Măsurarea pulsului (ritmului cardiac)

Pulsul sau ritmul cardiac reprezintă numărul de contracții ale inimii pe minut (bătăi pe minut - bpm). Este o mărime fiziologică importantă, utilizată pentru a evalua starea de sănătate cardiovasculară și nivelul de activitate fizică. Pulsul poate varia în funcție de factori precum vârsta, activitatea fizică, stresul și starea generală de sănătate.

Unități de măsură:

Bătăi pe minut (bpm): Numărul contracțiilor inimii pe minut.

Aplicații mobile pentru măsurarea pulsului

Instant Heart Rate (iOS/Android)

Această aplicație folosește camera telefonului și blițul pentru a măsura pulsul, analizând variațiile de culoare din piele cauzate de fluxul sanguin. Utilizatorul plasează degetul pe camera telefonului, iar aplicația oferă un rezultat în câteva secunde. Este ideală pentru monitorizarea pulsului în timpul activităților fizice sau pentru evaluarea zilnică a sănătății. Avantajele includ ușurința utilizării și interfața intuitivă. Totuși, precizia poate fi afectată de mișcări bruște sau condiții de lumină slabă. Intervalul tipic de măsurare este între 40 bpm și 200 bpm, cu o precizie de $\pm 1 \div 2$ bpm.



Heart Rate Monitor - Pulse App (Android/iOS)

Această aplicație utilizează aceleași principii de analiză optică ca Instant Heart Rate, fiind optimizată pentru utilizare zilnică. Permite înregistrarea și urmărirea pulsului în timp, oferind grafice și tendințe. Este utilă pentru sportivi și pentru cei care doresc să-și monitorizeze sănătatea cardiovasculară. Avantajele includ opțiunile de personalizare a datelor și sincronizarea cu alte dispozitive de sănătate. Intervalul de măsurare este între 40 bpm și 220 bpm, iar precizia este de ± 2 bpm.



Cardio: Heart Rate Monitor (iOS)

Cardio folosește camera frontală a telefonului pentru a măsura pulsul analizând micile variații de culoare de pe față, cauzate de fluxul sanguin. Este ideală pentru utilizatorii care preferă să nu folosească camera principală. Aplicația oferă, de asemenea, estimări ale nivelului de fitness și ale speranței de viață bazate pe datele colectate. Avantajele includ posibilitatea de a măsura pulsul fără contact ±2 bpm.



Welltory: Heart Rate Monitor (iOS/Android)

Această aplicație combină măsurarea pulsului cu analiza variabilității ritmului cardiac (HRV) pentru a oferi informații despre nivelurile de stres și sănătatea generală. Folosind camera telefonului, Welltory calculează ritmul cardiac și oferă rapoarte detaliate. Este potrivită atât pentru utilizatorii obișnuiți, cât și pentru sportivi. Intervalul de măsurare este 40 bpm ÷ 200 bpm, cu o precizie de ±1 bpm.



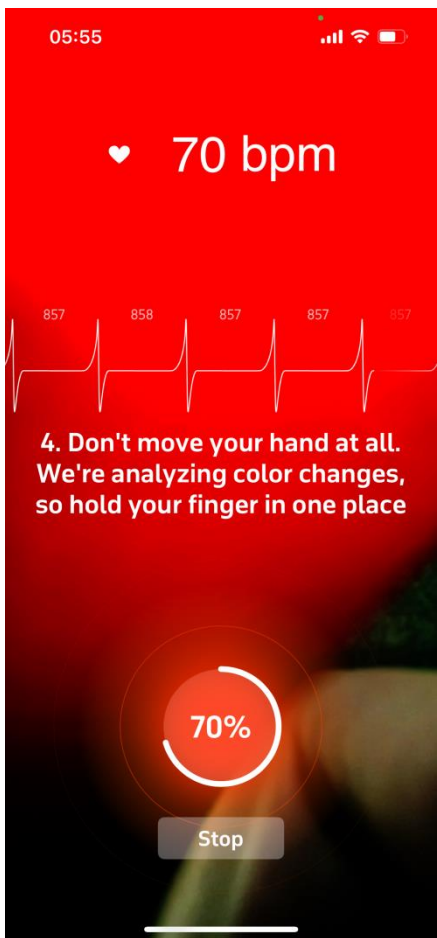


Figura 20. Captură de ecran a interfeței aplicației Welltory, ilustrând procesul de măsurare a ritmului cardiac.

3.21. Măsurarea ritmului respirator

Ritmul respirator reprezintă numărul de cicluri respiratorii (inspirație și expirație) efectuate de o persoană într-un minut. Este o mărime fiziologică esențială, utilizată pentru evaluarea stării generale de sănătate și pentru detectarea tulburărilor respiratorii. Ritmul respirator normal la un adult în repaus este cuprins între 12 și 20 respirații pe minut (rpm).

Unități de măsură:

Unitate standard: Respirații pe minut (rpm).

Valori tipice:

12-20 rpm: Normal pentru adulți.

20-30 rpm: Poate indica stres, anxietate sau efort fizic.

<12 rpm sau >30 rpm: Poate indica o problemă medicală (hipoventilație sau hiperventilație).

Aplicații mobile pentru măsurarea ritmului respirator

Google Fit (Android/iOS)

Google Fit utilizează camera frontală a telefonului pentru a analiza mișcările toracelui, oferind o estimare a ritmului respirator. Aceasta este destinată utilizatorilor care doresc să-și monitorizeze sănătatea respiratorie într-un mod simplu și accesibil, fără a necesita echipamente suplimentare. Aplicația este potrivită pentru utilizarea zilnică, având avantajul integrării cu alte funcționalități Google Fit, cum ar fi monitorizarea activității fizice și a ritmului cardiac. Aceasta asigură un interval de măsurare de 10 – 40 respirații/minut, cu o precizie de măsurare de ± 1 respirație/minut în condiții optime de utilizare.

iBreathe – Relax and Breathe (iOS)

Această aplicație utilizează camera telefonului pentru a măsura ritmul respirator și pentru a ghida utilizatorii în exerciții de respirație menite să reducă anxietatea și să îmbunătățească sănătatea respiratorie. iBreathe permite personalizarea sesiunilor de respirație și oferă feedback în timp real despre ritmul respirator detectat. Este ideală pentru utilizatorii care doresc să-și monitorizeze sănătatea respiratorie în mod regulat. Dificultăți:



Precizia detecției poate fi influențată de condițiile de iluminare și de poziția telefonului. Nu se specifică un interval de măsurare, dar aplicația este optimizată pentru ritmuri normale de respirație.

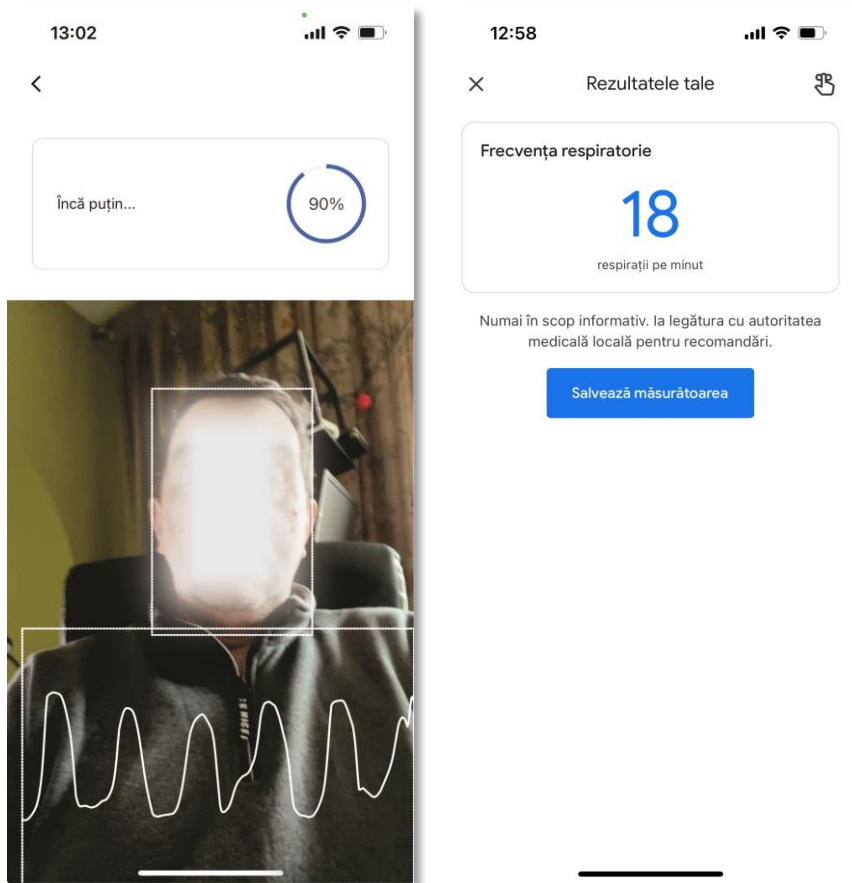
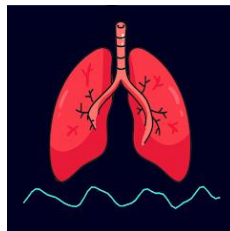


Figura 21. Capturi de ecran ale interfeței aplicației Google Fit, prezentând procesul și rezultatul măsurării ritmului respirator.

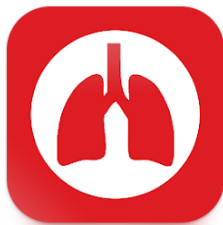
Respiratory Rate Monitor (Android)

Această aplicație utilizează camera și algoritmi AI pentru a detecta modificările subtile ale pieptului sau fluxului sanguin cauzate de respirație. Este frecvent utilizată pentru monitorizare zilnică sau în scopuri educaționale. Avantaje: capacitatea de a înregistra datele și de a oferi tendințe în timp. Limitări: necesită o lumină bună pentru funcționare optimă. Interval de măsurare: 8÷40 rpm, cu o precizie de ± 2 rpm.



Respi-Rate (Android)

Această aplicație utilizează camera video a telefonului pentru a monitoriza ritmul respirator, analizând mișcările pieptului în timpul respirației. Respi-Rate este concepută pentru utilizatori individuali, profesioniști în sănătate și educație medicală, oferind o soluție practică pentru măsurători rapide și precise. Aplicația înregistrează datele pentru urmărire pe termen lung și include funcții de analiză a variațiilor ritmului respirator. Interval de măsurare: 6 - 60 respirații pe minut (rpm)., cu o precizie de ± 1 respirație pe minut, în condiții ideale.



Perspective pentru viitorul metrologiei

4

Progresul tehnologic rapid și nevoile tot mai complexe ale societății moderne influențează profund dezvoltarea metrologiei. În viitor, ne așteptăm la descoperiri și inovații semnificative în domeniul măsurătorilor, de la identificarea unor noi mărimi fizice până la perfecționarea unităților de măsură și a instrumentelor utilizate. În acest capitol încercăm să explorăm direcțiile posibile ale evoluției metrologiei, punând accent pe rolul tehnologiilor emergente, cum ar fi inteligența artificială (AI), și pe integrarea lor în viața cotidiană.

4.1. Mărimi fizice noi și aplicabilitatea lor

În prezent, măsurătorile se concentrează pe un set bine definit de mărimi fizice fundamentale și derivate. Totuși, viitorul poate aduce descoperirea unor mărimi fizice noi, relevante pentru înțelegerea universului sau pentru aplicații tehnologice avansate.

Extinderea frontierelor cunoașterii în fizica fundamentală:

Progresul în domenii precum fizica particulelor și cosmologia poate conduce la descoperirea unor mărimi fizice noi. De exemplu, măsurarea energiei întunecate sau a materiei întunecate ar putea dezvălui fenomene cosmice necunoscute, iar proprietăți cuantice ale particulelor subatomice ar putea redefini înțelegerea noastră despre univers. Utilizarea tehnologiilor cuantice în măsurători, cum ar fi ceasurile atomice sau interferometrele laser, va permite o precizie fără precedent, esențială pentru înțelegerea acestor noi mărimi.

Biologie și neuroștiință: În domeniul biologiei și al neuroștiinței, măsurarea vitezei impulsurilor neuronale și a dinamicii funcțiilor cognitive ar putea contribui la descoperiri semnificative în tratamentul bolilor neurologice și în dezvoltarea inteligenței artificiale avansate. Aceste mărimi ar putea fi standardizate pentru a permite comparații și analize precise între diverse sisteme biologice. Spre exemplu, nanosenzorii integrați în corpul uman ar putea monitoriza în timp real activitatea neurologică, oferind date critice pentru diagnostic.

Aplicații în științele materialelor: În științele materialelor, dezvoltarea unor mărimi pentru a cuantifica structurile atomice și moleculare va sprijini inovațiile în nanotehnologie și fabricarea materialelor avansate, cum ar fi cele utilizate în medicină, construcții și electronică de înaltă performanță. De exemplu, monitorizarea în timp real a compoziției chimice a materialelor prin spectroscopie ar putea redefini standardele industriale.

4.2. Evoluția unităților de măsură

Progresul tehnologic și cerințele tot mai complexe ale diverselor domenii științifice și industriale vor transforma fundamental unitățile de măsură și etaloanele în viitor. În această perspectivă, vom explora câteva direcții esențiale de dezvoltare.

Standardizare bazată pe fenomene naturale universale: Unitățile de măsură vor continua să fie redefinite pe baza fenomenelor naturale și a constantelor universale, asigurând o precizie de neegalat. Proprietățile cuantice ale fotonilor, electronilor sau particulelor subatomice ar putea oferi fundația pentru definirea unor noi unități sau pentru perfecționarea celor existente. De exemplu, masa ar putea fi măsurată printr-o interacțiune directă cu câmpurile gravitaționale cuantice, iar unitatea de timp ar putea beneficia de o precizie extremă prin utilizarea ceasurilor atomice optice bazate pe tranziții electronice.

Aplicații interplanetare și explorare spațială: Explorarea spațială va necesita o adaptare completă a unităților de măsură pentru medii extraterestre. De exemplu, gravitația specifică va fi măsurată în unități personalizate pentru fiecare planetă sau satelit natural. În același timp, unitățile de măsură destinate exprimării condițiilor extreme, cum ar fi presiunea atmosferică redusă sau temperaturile extrem de scăzute, vor deveni indispensabile pentru colonizarea spațiului.

Integrarea în ecosistemele digitale: Unitățile de măsură vor deveni parte integrantă a ecosistemelor digitale (IoT și AI), fiind disponibile în timp real prin intermediul dispozitivelor conectate. Prin intermediul sistemelor digitale măsurătorile și conversiile automate vor elimina complet necesitatea intervențiilor umane, asigurând date precise și accesibile global. În același context, platformele virtuale vor facilita calibrarea automată a unităților virtuale, adaptându-se la mediul în care sunt utilizate.

Scale dinamice și unități adaptative: În viitor, unitățile de măsură vor deveni mai flexibile, adaptându-se automat la cerințele domeniului de utilizare. De exemplu, măsurătorile biomedicale vor beneficia de unități de măsură capabile să cuantifice procese biologice la scară nanometrică sau moleculară. În domeniul energetic, vor fi dezvoltate unități specifice pentru cuantificarea eficienței captării și utilizării energiei solare sau eoliene în diverse condiții. Nu mai puțin captivante vor fi schimbările în domeniul nanoingineriei, unde vor fi dezvoltate unități de măsură care să descrie forțe și energii la nivel atomic.

Etaloane digitale și universale: Etaloanele fizice vor fi înlocuite de etaloane digitale replicabile oriunde. Pe această direcție al evoluției vor fi dezvoltate etaloanele virtuale. Acestea vor fi realizate prin sisteme accesibile global, care vor înlocui etaloanele tradiționale prin transfer de date în rețele criptate. Iar altă dimensiune de dezvoltare o vor reprezenta mini-etaloane portabile. Respectivetele mini-etaloane vor fi realizate prin dispozitive de dimensiuni mici, capabile să asigure trasabilitatea directă la etaloane internaționale și vor fi utilizate în misiuni spațiale sau în zone cu accesibilitate dificilă.

4.3. Metode avansate de măsurare

Metodele de măsurare vor deveni din ce în ce mai sofisticate, susținute de tehnologii avansate și de interacțiunea cu inteligența artificială. Aceste inovații vor permite măsurători mai precise, rapide și adaptabile la nevoile diverselor domenii.

Tehnologii cuantice: Instrumentele bazate pe proprietăți cuantice ale materiei, cum ar fi ceasurile atomice sau interferometrele laser, vor deschide noi orizonturi în măsurători. Aceste tehnologii vor deveni fundamentale pentru navigația spațială, telecomunicații și cercetare avansată

Măsurători fără contact: Dezvoltarea metodelor bazate pe spectroscopie, radiații sau imagistică va permite evaluarea precisă a obiectelor și fenomenelor fără a interveni fizic asupra lor, eliminând riscurile asociate metodelor tradiționale. Aceste tehnologii vor fi aplicate în medicină, analiză de mediu și siguranță alimentară.

Analiză automată: AI va contribui la procesarea rapidă a datelor măsurate, identificând tipare, erori și corelații care ar putea fi omise de metodele convenționale.

Predicție și optimizare: Modelele predictive bazate pe AI vor juca un rol crucial în anticiparea schimbărilor și optimizarea proceselor, de la industrie și medicină, până la analiza datelor de mediu.

Evoluțiile menționate mai sus nu doar că optimizează procesele existente, dar creează și oportunități pentru aplicații complet noi, transformând metrologia într-un catalizator al progresului tehnologic și științific.

4.4. Mijloace de măsurare avansate și integrarea AI

Pe lângă metodele avansate, evoluția mijloacelor de măsurare joacă un rol esențial în extinderea aplicabilității metrologiei. Dispozitivele moderne, integrate cu inteligență artificială și conectate prin sisteme IoT, oferă posibilități extinse de colectare, procesare și utilizare a datelor măsurate.

Printre viitoarele dispozitive avansate implicate în măsurători menționăm:

Dispozitive purtabile inteligente: Ceasurile inteligente, ochelarii AR (realitate augmentată) și brățelele fitness devin mijloace de măsurare accesibile pentru utilizatorii obișnuiți. Acestea monitorizează parametri fiziologici, cum ar fi ritmul cardiac, saturația oxigenului și activitatea fizică, contribuind la prevenirea și gestionarea afecțiunilor medicale.

Senzori integrați în mediu: Suprafețele inteligente, infrastructurile urbane echipate cu senzori și vehiculele autonome vor permite monitorizarea condițiilor ambientale, a consumului de energie și a dinamicii transportului. De exemplu, senzorii integrați în drumuri ar putea detecta condițiile meteo sau uzura materialului.

Nano-senzori medicali: În medicină, nanosenzorii circulanți pot oferi date precise despre funcționarea organelor interne și despre compoziția chimică a sângelui, revoluționând diagnosticul și tratamentul personalizat.

Laboratoare portabile: Dispozitivele compacte capabile să analizeze probe biologice, chimice sau fizice pe loc vor reduce necesitatea infrastructurilor de laborator costisitoare și vor spori accesul la măsurători în zonele izolate.

Rolul inteligenței artificiale va deveni unul vital, inclusiv prin aplicarea AI în:

Analiză automată: AI va analiza și interpreta rapid datele măsurate, eliminând erorile umane și reducând timpul necesar procesării.

Predicție și modelare: Inteligența artificială va anticipa schimbările bazate pe măsurătorile anterioare, optimizând procesele industriale, medicale și de mediu.

Integrarea IoT: Sistemele IoT (Internet of Things) vor conecta dispozitivele de măsurare într-o rețea globală, permițând un schimb continuu și optimizat de date.

4.5. Democratizarea și responsabilitatea metrologiei

Pe măsură ce metrologia devine tot mai integrată în viața cotidiană, aspectele legate de accesibilitate, etică și sustenabilitate devin cruciale. Progresul tehnologic trebuie să fie acompaniat de măsuri care să asigure accesul egal la inovațiile din domeniul măsurătorilor, protejarea datelor personale și minimizarea impactului asupra mediului.

Accesibilitate și democratizare: Accesul la tehnologii avansate pentru măsurători, odată rezervat laboratoarelor specializate, devine tot mai larg disponibil datorită dispozitivelor mobile, senzorilor integrați și aplicațiilor software intuitive. Telefoanele inteligente și laboratoarele virtuale au transformat modul în care utilizatorii pot efectua măsurători, democratizând metrologia pentru profesioniști și neprofesioniști deopotrivă.

De exemplu, aplicațiile mobile pot oferi o interfață ușor de utilizat pentru măsurarea unor mărimi fizice complexe, cum ar fi câmpul magnetic sau vibrațiile. Aceasta elimină necesitatea unor echipamente scumpe și facilitează accesul la măsurători avansate în comunități defavorizate sau în zone izolate. Totodată, platformele educaționale și tutorialele online joacă un rol esențial în instruirea utilizatorilor pentru a înțelege și a utiliza corect noile tehnologii de măsurare.

Etica datelor și confidențialitatea: Integrarea tehnologiilor avansate în metrologie ridică provocări legate de colectarea și utilizarea datelor. Dispozitivele moderne care colectează măsurători pot genera volume mari de date personale, în special în domenii precum sănătatea sau mediul casnic. De exemplu, nanosenzorii utilizați pentru monitorizarea parametrilor fiziologici pot transmite date sensibile către platforme externe pentru analiză.

Este esențial să se adopte măsuri stricte pentru protejarea confidențialității utilizatorilor. Aceasta include criptarea datelor, obținerea consimțământului informat și respectarea reglementărilor internaționale, cum ar fi Regulamentul General privind Protecția Datelor (GDPR). De asemenea, implementarea inteligenței artificiale în interpretarea datelor măsurate trebuie să fie guvernată de principii etice, pentru a preveni utilizarea abuzivă sau interpretarea greșită a informațiilor.

Sustenabilitate și impact asupra mediului: Pe măsură ce dispozitivele de măsurare devin omniprezente, impactul lor asupra mediului nu poate fi ignorat. Proiectarea de instrumente de măsurare eficiente din punct de vedere energetic și utilizarea materialelor reciclabile sau biodegradabile reprezintă pași importanți spre reducerea amprentei ecologice a industriei metrologice.

De exemplu, senzorii integrați în dispozitive portabile sau în infrastructura urbană ar putea fi alimentați cu energie regenerabilă, cum ar fi panouri solare miniaturizate sau tehnologii de recoltare a energiei din mediul înconjurător. În plus, reutilizarea componentelor electronice și reducerea deșeurilor tehnologice sunt priorități esențiale pentru o metrologie sustenabilă.

Rolul educației: Educația joacă un rol central în asigurarea unui viitor responsabil pentru metrologie. Inițiativele educaționale care promovează utilizarea etică și sustenabilă a tehnologiilor de măsurare pot avea un impact semnificativ asupra viitoarelor generații. De exemplu, integrarea cursurilor de metrologie digitală în programele universitare sau dezvoltarea de resurse educaționale accesibile pentru toate categoriile de utilizatori pot contribui la o mai bună înțelegere a beneficiilor și limitărilor metrologiei moderne.

4.6. Scenarii viitoare de aplicabilitate a metrologiei

Viitorul metrologiei este marcat de intersecția dintre tehnologiile emergente și cerințele tot mai complexe ale societății moderne. Domenii precum medicina, agricultura, ingineria, transporturile sau securitatea vor beneficia de inovații care vor redefini modul în care măsurăm, analizăm și folosim informațiile. În continuare, explorăm câteva scenarii posibile pentru dezvoltarea viitoare a metrologiei în diverse domenii.

Medicină și sănătate

Scenariul 1: Diagnosticul integrat cu nanosenzori. Senzorii la scară nanometrică, integrați în organismul uman, vor monitoriza continuu parametri fiziologici, cum ar fi nivelurile de glucoză, tensiunea arterială sau activitatea neuronală. Acești nanosenzori vor transmite date către dispozitive externe, cum ar fi ceasurile inteligente, oferind diagnostice în timp real și avertizări proactive.

Scenariul 2: Telemedicină avansată. Dispozitivele portabile și aplicațiile mobile vor deveni standarde în monitorizarea sănătății la distanță. Metodele de măsurare asistate de inteligență artificială vor sprijini diagnosticul rapid, iar măsurătorile precise vor reduce necesitatea analizelor de laborator.

Agricultură și mediu

Scenariul 1: Agricultura de precizie. Senzorii integrați în sol, în drone sau în utilaje agricole vor măsura parametri precum umiditatea, temperatura și nivelurile de nutrienți. Datele vor fi analizate instantaneu pentru a optimiza irigarea, fertilizarea și protecția culturilor, reducând astfel pierderile și consumul de resurse.

Scenariul 2: Monitorizarea mediului cu rețele de senzori. Sistemele de senzori distribuiți în ecosisteme fragile vor măsura parametri precum poluarea aerului, calitatea apei și schimbările climatice. Aceste date vor ghida politicile de protecție a mediului și vor sprijini dezvoltarea sustenabilă.

Inginerie și construcții

Scenariul 1: Clădiri inteligente cu senzori integrați. Materialele de construcție vor include senzori capabili să monitorizeze stresul structural, temperatura și umiditatea. Aceste date vor preveni degradarea clădirilor și vor contribui la gestionarea eficientă a energiei.

Scenariul 2: Tehnologii AR și VR pentru măsurători precise.

Realitatea augmentată (AR) și realitatea virtuală (VR) vor revoluționa măsurătorile pe șantierele de construcție, oferind o integrare directă a datelor în modele 3D. Astfel, inginerii vor putea planifica și evalua lucrările cu o precizie nemaîntâlnită.

Energetică și inginerie electrică

Scenariul 1: Rețele electrice inteligente. Sensorii integrați în rețelele electrice vor monitoriza în timp real consumul și pierderile de energie. Sistemele AI vor optimiza distribuția energiei și vor preveni defecțiunile prin identificarea problemelor înainte ca acestea să devină critice.

Scenariul 2: Surse regenerabile optimizate. Metrologia avansată va sprijini dezvoltarea tehnologiilor pentru colectarea energiei solare și eoliene, măsurând parametrii esențiali pentru a maximiza eficiența acestor surse.

Transporturi și logistică

Scenariul 1: Vehicule autonome și măsurători avansate. Mașinile autonome vor integra senzori extrem de sensibili pentru a măsura distanțele, viteza și condițiile de trafic în timp real. Acestea vor utiliza sisteme AI pentru a analiza datele și a optimiza siguranța și eficiența deplasării.

Scenariul 2: Logistică predictivă. Sensorii IoT vor fi integrați în infrastructura de transport pentru a măsura fluxurile de trafic și starea drumurilor. Datele colectate vor permite optimizarea rutelor și reducerea emisiilor de carbon.

Educație și formare

Scenariul 1: Laboratoare virtuale pentru metrologie. Platformele educaționale vor include simulări de laborator, permițând studenților să învețe metode de măsurare complexe într-un mediu virtual. Acest lucru va reduce costurile și va democratiza accesul la resurse educaționale avansate.

Scenariul 2: Cursuri personalizate asistate de AI. Inteligența artificială va analiza progresul fiecărui elev și va adapta conținutul pentru a îmbunătăți învățarea metodelor de măsurare.

Industria alimentară

Scenariul 1: Monitorizarea calității produselor. Sensorii integrați în ambalaje vor măsura parametrii de calitate, cum ar fi temperatura,

umiditatea sau pH-ul, alertând consumatorii și producătorii în caz de abateri.

Scenariul 2: Automatizarea lanțului de producție. Metrologia avansată va sprijini automatizarea completă a proceselor de producție alimentară, de la măsurarea ingredientelor până la ambalare.

Securitate și apărare

Scenariul 1: Supravegherea inteligentă. Sensorii avansați vor fi utilizați pentru a monitoriza zonele de risc, detectând activități suspecte și pericole în timp real.

Scenariul 2: Armament inteligent. Măsurătorile extrem de precise vor îmbunătăți performanța și siguranța echipamentelor militare, utilizând tehnologii avansate de ghidare și control.

Cercetare științifică

Scenariul 1: Explorarea spațiului. Instrumentele de măsurare bazate pe tehnologii cuantice și laser vor fi esențiale pentru misiunile spațiale, măsurând gravitația, radiațiile și alte condiții extreme.

Scenariul 2: Progrese în nanotehnologie. Metodele de măsurare la scară atomică vor sprijini dezvoltarea materialelor și dispozitivelor de ultimă generație, având aplicații multiple în industrie și medicină.

Viitorul metrologiei este marcat de inovații tehnologice și descoperiri științifice care vor extinde granițele cunoașterii umane. Telefoanele mobile și inteligența artificială sunt doar începutul unei ere noi, în care măsurătorile vor deveni mai accesibile, mai precise și mai integrate în viața de zi cu zi. Prin aceste progrese, metrologia va continua să joace un rol esențial în educație, sănătate, industrie și cercetare, pregătind terenul pentru descoperiri și aplicații încă de neimaginat.

Bibliografie

5

1. CHICIUC, Andrei, CHICIUC, Igor, ș.a. DEC: Dicționar Explicativ al Termenilor Infrastructurii Calității. Chișinău: S. n., 2016, (Tipogr. „Bons Offices”). – 268 p. ISBN 978-9975-87-146-4.
2. BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) - "The International System of Units (SI)". Disponibil online: <https://www.bipm.org>
3. CHICIUC, Andrei, SOBOR, Ion. Sistemul Internațional de Unități. Ghid de utilizare. Chișinău: UTM, 2004. 4,75 ct.
4. ISO/IEC Guide 99:2007 - "International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM)".
5. NIST (National Institute of Standards and Technology) - "Fundamentals of Metrology". Disponibil online: <https://www.nist.gov>
6. Tipler, P. A., & Mosca, G. - "Physics for Scientists and Engineers", 6th Edition, 2008, Editura W. H. Freeman.
7. Google Play Store - Platformă pentru descărcarea aplicațiilor Android. Disponibil la: <https://play.google.com>
8. App Store - Platformă pentru descărcarea aplicațiilor iOS. Disponibil la: <https://www.apple.com/app-store/>
9. Apple Developer Documentation - "Core Motion Framework" (documentație pentru utilizarea senzorilor iOS): <https://developer.apple.com/documentation/coremotion>
10. IEEE Spectrum - "The Future of Measurement: AI and Quantum Sensors". Disponibil pe <https://spectrum.ieee.org>