

**MINISTERUL EDUCAȚIEI
UNIVERSITATEA “VALAHIA” DIN TÂRGOVIȘTE
IOSUD – ȘCOALA DOCTORALĂ DE ȘTIINȚE INGINEREȘTI
DOMENIUL: INGINERIE ELECTRICĂ**

**CONTRIBUȚII PRIVIND MODELAREA ȘI
ANALIZA CARACTERISTICILOR ELECTRICE
ALE SISTEMELOR DE SECURITATE**

- REZUMAT -

**CONDUCĂTOR DE DOCTORAT:
Prof. univ. dr. ing. Horia Leonard ANDREI**

**STUDENT- DOCTORAND:
Drd. ing. Valentin ION**

**TÂRGOVIȘTE
2021**

Cuprins

Capitolul 1. Introducere. Sisteme de securitate. Istoric.....	5
1.1. Istoricul sistemelor de alarmare	5
1.2. Istoricul sistemelor de supraveghere video cu circuit închis	5
Capitolul 2. Structura și funcționalitatea sistemelor de securitate	6
2.1. Noțiuni introductive privind protecția obiectivelor, bunurilor și informațiilor	6
2.1.1. Riscuri și amenințări	6
2.1.2. Conceptul de securitate (definiție, elemente fundamentale).....	6
2.2. Structura sistemelor de securitate.....	7
Capitolul 3. Caracteristicile și arhitectura sistemelor de securitate.....	8
3.1. Sistemul de alarmare antiefracție	8
3.1.1. Arhitectura sistemelor de alarmare	8
3.1.2. Detectorul	8
3.1.3. Tipuri de detectoare	9
3.2. Sistemul de televiziune cu circuit închis	10
3.2.1. Arhitectura sistemelor de TVCI.....	10
3.2.2. Clasificarea sistemelor de TVCI	11
Capitolul 4. Analiza consumului energetic al sistemelor de securitate rezidențiale 13	
4.1. Studiu de caz nr. 1.....	13
4.1.1. Proiectarea sistemului de securitate rezidențial.....	13
4.1.2. Descrierea sistemului de alarmare antiefracție.....	14
4.1.3. Descrierea sistemului de TVCI	14
4.1.4. Procesul de achiziții de date.....	14
4.1.5. Aprecieri asupra sistemului de securitate	16
4.2. Aparat de măsurare a caracteristicilor electrice pentru sistemele de securitate	17
4.2.1. Componentele aparatului de măsurare	17

4.2.2. Schema bloc a dispozitivului de măsurare	17
4.2.3. Principiul de funcționare.....	18
Capitolul 5. Modelarea caracteristicilor electrice ale componentelor sistemelor de securitate rezidențiale.....	20
5.1. Modelarea caracteristicilor electrice ale componentelor sistemelor de alarmare. Studiu de caz nr. 2.....	20
5.1.1. Proiectarea sistemului de alarmare.....	20
5.1.2. Procesul de achiziție de date a sistemului de alarmare.....	21
5.1.3. Analiza caracteristicilor electrice ale sistemului de alarmare.....	22
5.1.4. Modelarea caracteristicilor electrice ale sistemului de alarmare	27
5.2. Modelarea caracteristicilor electrice ale sistemului de TVCI.....	32
5.2.1. Proiectarea sistemului de TVCI	32
5.2.2. Procesul de achiziție de date a sistemului de TVCI	33
5.2.3. Analiza caracteristicilor electrice ale sistemului de TVCI	34
5.2.4. Modelarea caracteristicilor electrice ale sistemului de TVCI.....	35
Capitolul 6. Analiza economico-financiară a sistemelor de securitate.....	40
6.1. Statistici ale pieței sistemelor de securitate	40
6.2. Costul echipamentelor sistemelor de securitate rezidențiale	40
6.2.1. Costul mediu al unui sistem de alarmare rezidențial	41
6.2.2. Costul mediu al unui sistem de supraveghere video rezidențial	41
6.2.3. Costul mediu al unui sistem de securitate rezidențial.....	41
6.3. Costul anual din punct de vedere al consumului de energie.....	41
6.4. Costurile anuale cu serviciile de mentenanță	42
6.5. Costul total al unui sistem de securitate rezidențial	42
Capitolul 7. Concluzii.....	43
Publicații	46
Bibliografie selectivă	47

MULȚUMIRI

Activitatea de cercetare întreprinsă și elaborarea acestei teze de doctorat nu ar fi fost posibile fără susținerea și îndrumarea unor oameni deosebiți care au fost alături de mine pe tot parcursul acestui demers științific și care au contribuit la formarea mea ca cercetător. Aflat la finalul stagiului doctoral, mă simt onorat să adresez cuvinte de sinceră mulțumire și cea mai profundă considerație tuturor acelor oameni minunați care mi-au oferit consultanță științifică, sprijin și ajutor în tot acest timp.

Domnului Prof. Univ. Dr. Ing. Horia Leonard ANDREI

(conducător științific),

Sub îndrumarea căruia am elaborat prezenta teză de doctorat, deosebită recunoștință și alese mulțumiri pentru sfaturile discrete și inspirate pe care mi le-a dăruit, pentru răbdarea și înțelegerea cu care am fost tratat, pentru blândețea cu care am fost călăuzit în dezvoltarea mea profesională și, nu în ultimul rând, pentru încrederea acordată și excelența colaborare pe care am avut-o.

Comisiei de îndrumare: domnului Prof. Univ. Dr. Ing. Dinu COLȚUC,

domnului Prof. Univ. Dr. Ing. Nicolae VASILE

și domnului Prof. Univ. Dr. Ing. Valentin DOGARU-ULIERU,

Profund respect și deosebită grațitudine pentru timpul prețios acordat, pentru valoroasele sugestii științifice oferite, cât și pentru îndrumarea permanentă și competentă în elaborarea acestei teze doctorale.

Bunului meu prieten Ș.L. Univ. Dr. Ing. Emi DIACONU,

Întreaga mea recunoștință și cele mai sincere mulțumiri pentru susținerea și sprijinul moral și motivant oferite în tot acest timp, care au contribuit, fără îndoială, la dezvoltarea mea ca cercetător.

Colegilor-autori,

Alese mulțumiri pentru colaborarea deosebită și pentru tot efortul depus în elaborarea și publicarea articolelor în revistele de specialitate.

Familiei mele,

Nu în ultimul rând, mulțumiri deosebite pentru iubirea, răbdarea și sprijinul necondiționat, pentru dragostea și căldura pe care mi le împărtășesc, pentru ajutorul inegalabil pe care mi l-au oferit.

Capitolul 1. Introducere. Sisteme de securitate. Istoric.

1.1. Istoricul sistemelor de alarmare

Dorința de protecție și securitate a bunurilor și a vieții datează de sute de ani. Istoricul William Greer afirma că ideea de alarmare împotriva hoților s-a conturat imediat ce omul a pus valoare asupra vieții și proprietății și a învățat că le poate pierde într-o clipă pe amândouă prin foc, furt sau utilizarea forței.

Încă din anul 386 î.H., istoricii au remarcat că romanii au folosit găște pentru a-i avertiza de pericole. O povestire din acea vreme relatează cum intrușii au reușit să treacă de gardile somnoroase și de câinii adormiți, însă au fost depistați de un distins ofițer Marcus Manilius care a fost trezit de zgomotul produs de găștele lăsate în perimetrul curții interioare. Înainte de a fi inventată orice fel de alarmă modernă, animalele de companie sau câinii de pază erau cunoscuți drept cei ce alertau proprietarii de intrușii care îndrăzneau să pătrundă pe teritoriul deținut de aceștia. În prezent, sunt disponibile diferite dimensiuni de dispozitive pentru a veni în întâmpinarea nevoilor oamenilor, se poate controla de la distanță sistemul de securitate și se pot primi alerte de evenimente și notificări direct pe smartphone.

1.2. Istoricul sistemelor de supraveghere video cu circuit închis

Primul sistem TVCI a fost instalat de către Siemens AG la Standul de încercare VII în Peenemünde, Germania nazistă, în 1942, pentru a observa lansarea de rachete V-2. În 1949, în SUA, devine disponibil primul sistem comercial de televiziune cu circuit închis, cunoscut sub numele de Vericon.

Începând cu anul 1995, un număr tot mai ridicat de camere de luat vederi au fost instalate în diverse spații publice, inclusiv zone cu locuințe, școli și parcuri publice de către departamentele de poliție din toată țara. Ulterior, supravegherea video a ajuns să fie un fenomen întâlnit adeseori în spații comerciale și bănci pentru a descuraja furtul, tocmai datorită înregistrării dovezilor activității infracționale. În 1998, orașul New York a avut în uz 3000 de sisteme de supraveghere.

În ultimii ani, pe piața securității profesionale au fost introduse camere de supraveghere cu ultra rezoluții și cu o varietate de lentile. În 2015, camerele de înaltă rezoluție 4K au apărut pe piață. În zilele noastre, există camere de supraveghere video care sunt dotate cu inteligență artificială, care procesează și analizează imaginile video captate. Ele pot realiza de la recunoașterea plăcuțelor de înmatriculare, la recunoașterea facială, accesând baze de date. Alte caracteristici implementate sunt funcțiile de numărare de persoane, alerte de intruziuni ale perimetrului stabilit, bagaje pierdute.

Astăzi, camerele de supraveghere sunt instalate peste tot, la colț de stradă, în fața fiecărui ATM, în autobuze, în mall-uri, în mare parte pentru a descuraja infracționalitatea și crescând siguranța și securitatea cetățenilor. Utilizatorii rezidențiali de sisteme de supraveghere video pot fi conectați prin Internet cu telefonul mobil la dispozitivele de înregistrare, putând viziona imagini live ale spațiului supravegheat.

Capitolul 2. Structura și funcționalitatea sistemelor de securitate

2.1. Noțiuni introductive privind protecția obiectivelor, bunurilor și informațiilor

2.1.1. Riscuri și amenințări

Prin **amenințare** se înțelege un pericol potențial ce trebuie evidențiat în funcție de natura procesului care trebuie protejat și de caracteristicile mediului din care acesta face parte și care, dacă se concretizează, poate produce **consecințe** dezastruoase. Măsurarea amenințării se realizează prin intermediul unui studiu al intențiilor și a capacităților posibililor adversari. Prin **vulnerabilitate** se înțelege fie o zonă a acțiunii citate, cu un grad vizibil sau ridicat de de amenințare, fie un mediu propice imprudenței sau delincvenței care poate conduce la repercusiuni dezastruoase.

Riscul (Figura 1) este definit ca probabilitatea de a se produce și capabilitatea de a înfrunta un **pericol**, o situație neprevăzută sau de a suporta o pagubă, un eșec în acțiunea întreprinsă. Riscul poate fi perceput drept o estimare a probabilității ca o amenințare să utilizeze cu succes o vulnerabilitate și să conducă la producerea unei consecințe dezastruoase.

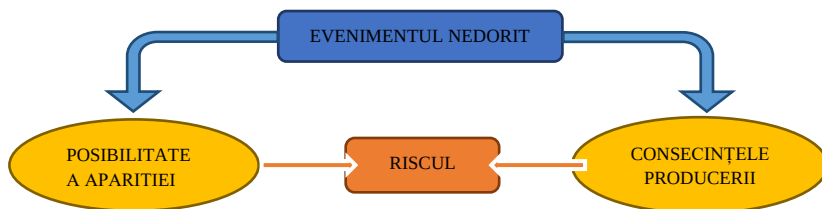


Figura 1. Corelația risc, pericol și consecințe

2.1.2. Conceptul de securitate (definiție, elemente fundamentale)

Atât din punct de vedere al nesiguranței, cât și din punct de vedere al instabilității, insecuritatea atinge numeroase aspecte ale vieții cotidiene (sociale, economice, politice, militare ș.a.). Contribuind la caracterizarea calității unui sistem, **securitatea** reprezintă tocmai abilitatea sistemului de a-și conserva caracteristicile constructiv-funcționale sub acțiunea unor factori distructivi care ar putea să-l transforme în pericol atât pentru mediul înconjurător, cât și pentru viața oamenilor aflați în zona de risc sau să cauzeze daune materiale, informaționale sau morale.

Securitatea este unicul concept ce poate să răspundă doleanțelor de siguranță și stabilitate necesitate de funcționarea optimă a sistemelor în actualele condiții, de multiplicare aproape exponențială a riscurilor.

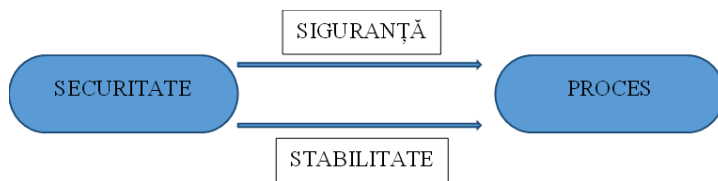


Figura 2. Dezideratele securității

Ca proces în dezvoltare, securitatea are drept obiectiv major **stabilitatea sistemelor**. Ea dispune de o legislație distinctă, un suport tehnologic avansat și are la bază strategii, norme, metodologii, procedee, acțiuni și instituții specializate, capabile să ofere servicii de siguranță, protecție, monitorizare și condiții pentru viabilitatea sistemelor și a utilizatorilor acestora. Eficiența proceselor și sistemelor este posibilă în corelație cu securitatea, aceasta din urmă reprezentând o componentă esențială a calității.

2.2. Structura sistemelor de securitate

Un sistem de securitate care răspunde cerințelor de securitate și obiectivelor propuse [1] poate fi format din:

- subsistem de depistare și alarmare la efracție;
- subsistem de monitorizare prin TVCI;
- subsistem de control al accesului;
- subsistem de securitate perimetrală;
- subsistem de depistare și avertizare a incendiilor, inundațiilor, dioxidului de carbon, gazului metan, substanțelor toxice, drogurilor;
- subsistem de comunicații de securitate;
- subsistem dispecerat;
- subsistem de electroalimentare.

Alte categorii de subsisteme integrabile:

- subsisteme de sonorizare și adresare publică;
- poștă pneumatică;
- depistarea și semnalizarea la tentative de furt în centrele comerciale;
- sisteme de management în clădiri "inteligente";
- subsisteme de protejare a breșelor informaționale prin energii radiante;
- subsisteme de limitare a accesului în rețelele companiilor și de stopare a programelor de tip malware, viruși;
- sisteme de securitate de tip "antitero".

Din punctul de vedere al specificului componentelor, sistemul de securitate conține două părți fundamentale: *componenta hardware* (echipamente, dispozitive, instalații, cabluri etc.) și *elementul software* (programe interne inserate în dispozitive, echipamente și aplicațiile software dedicate de securitate).

Capitolul 3. Caracteristicile și arhitectura sistemelor de securitate

3.1. Sistemul de alarmare antiefracție

În mod generic, acel ansamblu de elemente care detectează și semnalizează o pătrundere neautorizată sau o stare de pericol poartă denumirea de **sistem de alarmă (sistem de alarmare)**. Aplicabilitatea lor, atât în mediul rezidențial, cât și în zonele de înaltă securitate, precum și gradul de complexitate diferit au condus la regăsirea acestor sisteme într-o varietate de modele. Toate acestea au, însă, la bază aceleași principii de funcționare [2].

3.1.1. Arhitectura sistemelor de alarmare

În componența sistemelor de alarmare (Figura 3) se regăsesc:

- **Detectori** - care preiau o schimbare de parametri a mediului pe care îl protejează;
- **Centrala (panoul de control)** - care procesează informațiile recepționate de la detectori și semnalizează atât local, acustic și optic, cât și la distanță, evenimentele produse. Este, practic, un automat programabil care, în funcție de starea sistemului (armat/dezarmat) și de stările detectorilor, ia deciziile pe care a fost programat să le execute;
- **Echipamente periferice** – interfețe de comandă (tastaturi, cititoare de proximitate), module expandoare, module de realimentare, module wireless;
- **Dispozitive de avertizare locală** – sirene opto-acustice care semnalizează starea de alarmare;
- **Dispozitive de avertizare la distanță** – comunicatoare GSM, GPRS sau IP care sunt capabile de a transmite la distanță către dispecerat sau smartphone stările sistemului de alarmare.

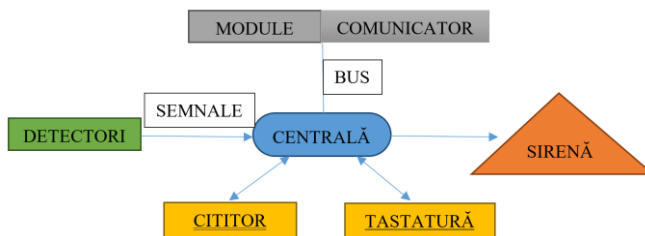


Figura 3. Schema bloc a sistemului de alarmare.

3.1.2. Detectorul

Deteția unui eveniment se realizează măsurând și identificând parametri din mediul studiat. Acest sistem, care conține parametrul ce urmează a fi detectat, intră în interacțiune directă sau prin câmp cu sistemul care realizează măsurarea.

Deteția pasivă presupune utilizarea unui parametru existent din mediu, ceea ce face din detector doar un observator, în timp ce *deteția activă* este cea care generează în mediu acel parametru a cărui modificare asociază producerea unui eveniment.

3.1.3. Tipuri de detectoare

Contactul magnetic se folosește, în general, pentru protejarea ușilor și a ferestrelor. Acesta este cel mai vechi senzor utilizat în sistemele de alarmare. Este ușor de folosit, durabil și ieftin. Este format dintr-un reed și un magnet. Este un detector de tip activ, magnetul generând câmpul supravegheat. În momentul în care contactul se deschide, se semnalizează modificarea stării și astfel, se generează un eveniment. În aplicațiile de înaltă securitate, acesta este folosit doar ca un element suplimentar de control, sabotarea lui realizându-se relativ ușor cu un magnet extern. Acestea pot fi aplicate sau încastrate.

Detectorul în infraroșu sau PIR este un dispozitiv pasiv care alarmează atunci când acesta măsoară o deplasare de 10-15 cm a unui corp cu diferența de temperatură față de mediu de 3-5° [3]. Piroelementul este elementul constructiv din detector care este sensibil la radiația infraroșie din spectrul termic 8-14 μm. Opacitatea la radiația IR a geamurilor, pereților, ușilor îi conferă acestui tip de detector un mare avantaj, acesta nedetectând mișcare în exteriorul spațiului protejat. Lentilele de tip Fresnell pe care acesta le folosește sunt foarte flexibile din punct de vedere constructiv, ceea ce creează o mare varietate de aplicabilitate [4].

Detectorul activ cu microunde face parte din categoria detectorilor activi datorită faptului că acesta generează un câmp electromagnetic în mediul dorit a fi studiat. Acesta sesizează orice mișcare a corpurilor care reflectă radiația electromagnetică, bazându-se pe efectul Doppler. Există detectori construiți în dublă tehnologie ce îmbină atât dețecția în infraroșu, cât și dețecția cu microunde.

Detectorul de vibrație funcționează, în majoritatea cazurilor, în baza principiului de efect piezoelectric. Există două mari categorii de metode de dețecare a vibrațiilor. Prima categorie se bazează pe o dețecție mecanică a unui contact metalic ca răspuns la exercitarea unei forțe mecanice, iar cea de-a doua categorie folosește dețecția acustică utilizând un microfon. Aceste detectoare se folosesc, în special, în aplicații de protejare a pereților tezaurelor, seifurilor, ATM-urilor.

Detectorul de geam spart folosește o dețecție acustică, distingând armonicile superioare generate de spargerea unei suprafețe vitrate. Acesta conține un microfon ce captează sunetele din mediu care apoi sunt amplificate și filtrate. Detectorii sunt calibrați în funcție de materialul suprafeței vitrate pe care o protejează și sunt, de obicei, utilizați în conjuncție cu alte tipuri de detectoare de mișcare. Testarea lor se face cu echipamente specializate, dedicate pentru fiecare tip de detector [5].

Detectorul geofonic (seismic) are o funcțiune similară detectoarelor de vibrații. Spectrul de frecvență pe care îl analizează diferențiază cele 2 tipuri de

detectoare. Acest detector analizează spectrul subsonic între 4 și 6 Hz. Sunt folosite cu precădere în zonele de trafic greu, zgomotoase, protejând pereții exteriori.

Detectoarele anti-masking se folosesc, de regulă, cu dubla tehnologie, sesizând obturarea cu un obiect plasat în apropierea senzorului a zonei supravegheate de acesta. Are o rată redusă de alarme false, fiind folosit în aplicații de înaltă securitate.

3.2. Sistemul de televiziune cu circuit închis

Pentru asigurarea siguranței și securității, în decursul timpului, foarte multe instituții au început să privească sistemele de supraveghere video drept o componentă esențială. Necesitatea supravegherii video și, implicit, a înregistrării evenimentelor s-a dezvoltat proporțional cu creșterea riscului de securitate. Drept urmare, numeroase instituții au optat pentru introducerea unor astfel de sisteme nu doar în scopul strict al supravegherii, ci și pentru o gamă largă de aplicații. Integrarea acestor aplicații în sistemul de securitate atrage după sine elemente de vizualizare în direct, înregistrare și redare după evenimentele solicitate, local sau la distanță.

Domeniul de supraveghere video a avut, în evoluția sa, drept punct de plecare industria televiziunii. Pe parcurs, tehnologia utilizată în televiziune a fost adoptată și întrebuințată în scopul dezvoltării industriei TVCI. Principiile de bază ale industriei de supraveghere video s-au schimbat în timp, odată cu înregistrarea unor noi progrese tehnice în domeniul electronicii, dar și în cel al tehnologiei informației, lăsând în urmă sistemul complet analogic pentru a trece la o nouă etapă, integral digitală, centrată în jurul conceptului de rețea.

3.2.1. Arhitectura sistemelor de TVCI

Într-un sistem de supraveghere video au loc următoarele procese de bază (Figura 4) care pot fi descrise după cum urmează:

- achiziția imaginii și crearea semnalului video;
- transmisia semnalului video, prin întrebuințarea unor diferite medii;
- vizualizarea, stocarea, transformarea și distribuirea semnalului video.

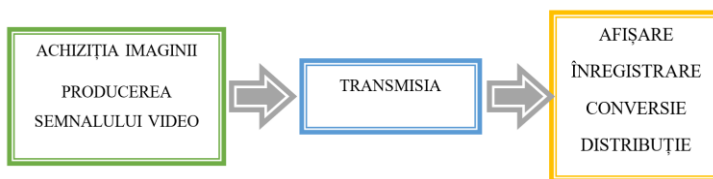


Figura 4. Interacțiunea proceselor dintr-un sistem TVCI

Potrivit etapelor specificate mai sus, un sistem de supraveghere video are următoarea componență:

- elementul de producere a semnalului video – obiectiv (lentilă) și cameră video;

- elementul de transmitere a semnalului video: cablul coaxial, perechea torsadată, fibra optică;
- echipamentele de preluare, conversie și distribuire a semnalelor video. Aceste echipamente sunt foarte numeroase și diversificate.

3.2.2. Clasificarea sistemelor de TVCI

Se disting 4 categorii de sisteme de supraveghere:

1. Sistemul complet analog

Prima generație de sisteme de supraveghere a fost în întregime analogică (Figura 5). Camerele transmiteau semnalul în format analogic, care apoi era comutat și înregistrat folosind echipamente analogice precum matricea video analogică și VCR-ul (Video Cassette Recorder sau TLR – Time Lapse Recorder). **Caseta video** reprezenta mediul de stocare a semnalului video.

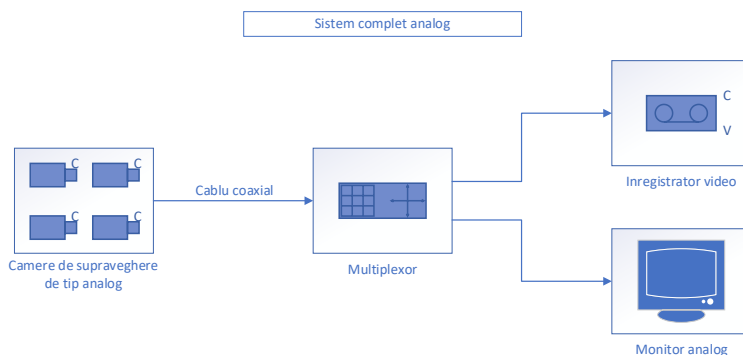


Figura 5. Sistem complet analog

2. Sistemul analog cu înregistrare digitală

Trecerea la sistemul de înregistrare digital a reprezentat o primă etapă în dezvoltarea sistemelor de supraveghere (Figura 32). S-a păstrat transmisia prin cablul coaxial și afișarea de tip analog pe dispozitivele aferente, însă partea de înregistrare a fost digitalizată.

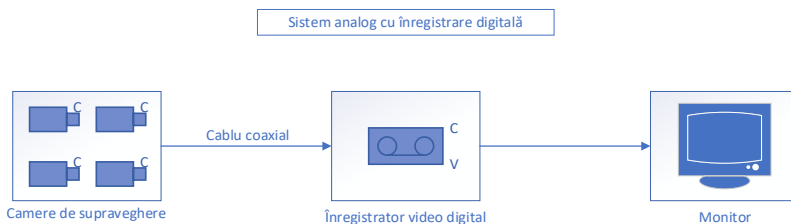


Figura 6. Sistem analog cu înregistrare digitală

3. Sistemul hibrid - analog/digital

Înglobarea elementelor cu conectare IP în alcătuirea sistemelor analogice a reprezentat un nou stadiu al dezvoltării sistemelor de supraveghere video, acest lucru ducând la apariția sistemelor hibride (Figura 7). Aceste elemente sunt: camere IP, video-servere, decodere, DVR-uri hibride (acceptă semnale analogice, cât și stream-uri de date de la camere IP sau video-servere).

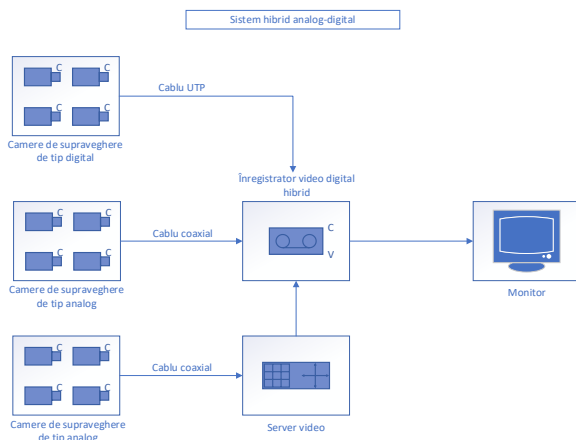


Figura 7. Sistem hibrid analog-digital

4. Sistem complet digital

Sistemul complet digital este sistemul din generația a patra, bazat pe tehnologii de rețea și pe protocolul TCP/IP (Figura 8). Camera este cea care produce semnalul video de tip digital, fluxul de date rezultat fiind, de fapt, un șir de biți transmis prin protocoale de Internet [6]. Folosind această caracteristică, în prezent, se poate face o distribuie a fluxului de date către mai multe centre de stocare, care formează o rețea de tip matriceal [7]. Comparativ cu sistemele de generația a doua și a treia, acest tip de sisteme oferă câteva avantaje care le fac din ce în ce mai mult o opțiune pentru proiectanții și specialiștii în CCTV [8].

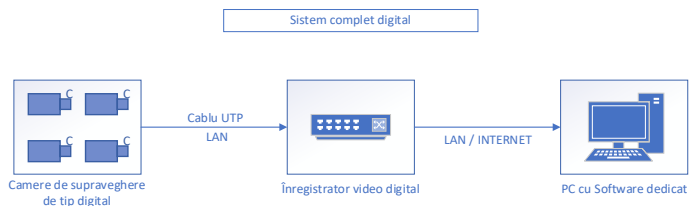


Figura 8. Sistem complet digital

Capitolul 4. Analiza consumului energetic al sistemelor de securitate rezidențiale

4.1. Studiu de caz nr. 1

4.1.1. Proiectarea sistemului de securitate rezidențial

Domeniul sistemelor de securitate este într-o continuă dezvoltare și extindere datorită necesității din ce în ce mai mare pentru asigurarea securității bunurilor și persoanelor. În acest sens, există inclusiv măsuri legislative [9] care, în unele țări ale Uniunii Europene, merg până la a obliga cetățenii să își instaleze un sistem de securitate. Cele mai des întâlnite și, în același timp, eficiente sisteme de securitate sunt sistemul de alarmare la efracție și sistemul de supraveghere video. Fiecare dintre cele două sisteme își are avantajele și dezavantajele lui, astfel încât, recomandarea specialiștilor este de a se instala împreună pentru sporirea gradului de protecție al bunurilor și/sau persoanelor. Sistemul de supraveghere video este destinat identificării intrușilor folosind camere de supraveghere cu diferite specificații tehnice, în timp ce sistemul de alarmare la efracție este destinat detecției unei pătrunderi prin efracție, utilizând senzori de proximitate, senzori de geam spart, de vibrații, contacte magnetice etc. [10].

Propun un studiu de caz pentru a analiza, din punct de vedere energetic, un sistem de securitate format dintr-un sistem CCTV și un sistem de alarmare la efracție instalat într-un imobil rezidențial. Imobilul ales pentru implementarea sistemului de securitate și analiza consumului său este reprezentat de o casă de aproximativ 90m² (Figura 9). Alegerea este influențată de datele statistice la nivel național care spun că peste 59% din imobilele rezidențiale din România au o suprafață cuprinsă între 50m² și 99m², un număr mediu de 2,89 locatari și un consum mediu anual de 1546,99 kWh per imobil. Sistemul de securitate implementat este format din:

- sistemul de supraveghere video;
- sistemul de alarmare antiefracție.

Toate echipamentele folosite utilizează tehnologie de ultimă generație atât pentru detecția mișcării (în cazul sistemului de alarmare la efracție) și înregistrarea imaginilor (în cazul sistemului de supraveghere video), cât și pentru eficiența consumului de energie electrică. Pentru cel de-al doilea caz, au fost făcute progrese semnificative în reducerea consumului de energie al camerelor de supraveghere prin perfecționarea tehnologiei de iluminare în infraroșu. Până acum 7-8 ani, pentru acest tip de camere video se foloseau aproximativ 40 de leduri IR, în timp ce tehnologia actuală folosește doar două leduri cu rezultate mai bune pe timpul nopții din punct de vedere al iluminării. În egală măsură, și calitatea imaginilor captate a crescut de la rezoluții de 420 de linii TV la rezoluții de până la 8 megapixeli fără a crește consumul de energie al camerei de supraveghere.

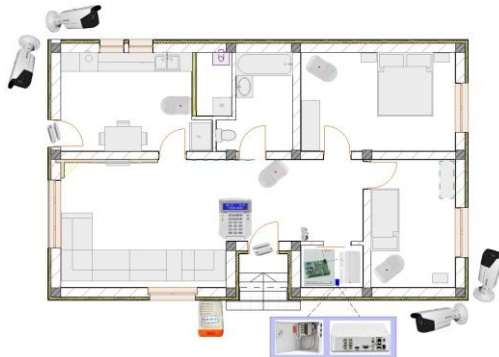


Figura 9. Planul de securitate al imobilului

4.1.2. Descrierea sistemului de alarmare antiefracție

Sistemul de alarmare antiefracție implementat este format din următoarele echipamente:

- centrala antiefracție PARADOX MG5050 [11];
- tastatura PARADOX K32LCD;
- patru senzori de proximitate PARADOX NV5-(PIR);
- două contacte magnetice TANE SM35 WH;
- sirena de exterior PS128;
- comunicator GSM PCS 250;
- acumulator 12V/7,2Ah.

4.1.3. Descrierea sistemului de TVCI

Sistemul de supraveghere video implementat este format din următoarele echipamente:

- înregistrator video digital Hikvision DS-7104HQHI-K1;
- patru camere video Hikvision DS-2CE16D0T-IT3, lentilă 2.8mm, rezoluție 1080p, iluminator infraroșu 40m;
- hard disk Western Digital WD10PURX 1TB;
- sursa de alimentare 12V/10A;
- acumulator pentru back-up 12V/7,2Ah.

4.1.4. Procesul de achiziții de date

Sistemul de securitate a fost instalat într-o casă de aproximativ 90m², cele patru camere de supraveghere fiind montate la exterior pentru asigurarea securității perimetrale, iar cei patru senzori de detecție a prezenței fiind montați în interior, câte unul în fiecare cameră care dispune de spații vitrate exterioare. Cele două contacte magnetice au fost instalate câte unul pe fiecare din cele două uși exterioare. Conform

normativelor în vigoare, sistemul a fost alimentat dintr-un circuit electric dedicat, complet separat de celelalte circuite din casă ce asigură alimentarea iluminatului, a electrocasnicilor și a oricărui alt consumator extern și/sau intern.

Măsurarea a fost efectuată direct în tabloul de siguranțe, pe o siguranță de 6A ce deservește circuitul sistemului de securitate (Figura 10). Vizualizarea datelor achiziționate de către aparatul de măsură CA-8336 și conversia lor în format *.xlsx a fost realizată utilizând software-ul DataView, software compatibil cu echipamentele CHAUVIN ARNOUX [12]. Efectuarea măsurătorilor și achiziția datelor a fost realizată pe durata a câte 24 de ore pentru fiecare sistem în parte, perioada necesară pentru a se observa toate variațiile de consum.

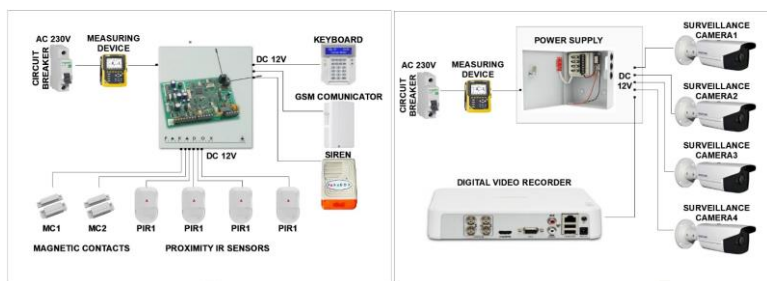


Figura 10. Procesul de achiziții de date pentru sistemul de alarmare și sistemul TVCI

Din valorile obținute se desprind următoarele concluzii:

- Pentru sistemul de supraveghere video, variația de consum este dată de intensitatea luminoasă de afară. Când se înnoptează, pornesc iluminatoarele cu infraroșu ale camerelor de supraveghere și, implicit, consumul crește. Pe timpul zilei, acestea nu funcționează, iar consumul camerelor este redus.
- Pentru sistemul de alarmare la efracție, variația de consum este dată de procesul de armare și dezarmare, mișcarea persoanelor din casă pe perioada în care sistemul este dezarmat, semnalarea unei efracții (când pornește sirena de exterior, iar comunicatorul GSM transmite către dispecerat posibilitatea existenței unui intrus). Prin efracție se înțelege atât o activitate infracțională, cât și o alarmă falsă (de exemplu un animal de companie uitat în casă, geamuri deschise, omiterea dezarmării în momentul în care proprietarul intră în imobil).

Perioada de eșantionare a fost stabilită la 1 secundă, însă, datorită valorilor constante înregistrate de aparatul de măsură, am ales efectuarea unei medii aritmetice a valorilor achiziționate la fiecare 2 minute (120 de eșantioane). Valorile colectate ne-au permis obținerea unor medii ale consumului zilnic atât pentru fiecare sistem în parte, cât și pentru sistemul de securitate în totalitatea lui.

	Puterea medie consumata de sistemul CCTV (W)		Puterea medie consumată de sistemul de alarmare (W)	Puterea medie consumata de intregul sistem de securitate (W)
		Media		
Zi	18,708	23,433	4,777	23,485
Noapte	28,158			32,935
24 ore	23,669		4.777	28,446

Tabelul 1. Valori obținute în urma procesului de achiziție

Consumul total de energie electrică măsurat [13] pe durata a 24 de ore pentru întregul sistem de securitate a fost de 683Wh. Având în vedere diferența mică de timp între durata de funcționare în regim de zi a sistemului și durata de funcționare în regim de noapte, putem considera, cu o eroare neglijabilă, faptul că un consum anual al sistemului ar putea fi calculat astfel:

$$683\text{Wh} \times 365 \text{ zile} = 249295\text{Wh} / \text{an} = 249,295\text{kWh} / \text{an}.$$

Raportând acest consum la media consumului anual de 1546,99 kWh, obținem un procent de aproximativ 16,11%. Astfel, luând în calcul tariful avizat pentru Electrica Furnizare SA – Regiunea Muntenia Nord, la 1 martie 2021, de 0,62221 lei/kWh inclusiv TVA, implementarea unui asemenea sistem de securitate va crește costurile anuale ale beneficiarului cu energia electrică cu suma de:

$$0,62221 \text{ lei} \times 249,295 \text{ kWh/an} = 155,11 \text{ lei/an} \approx 31,52 \text{ euro}.$$

4.1.5. Aprecieri asupra sistemului de securitate

În acest studiu de caz, a fost analizat consumul unui sistem de securitate pentru gospodării domestice, prin prisma impactului asupra rețelei publice de distribuție a energiei electrice și prin costurile suplimentare cu consumul necesar a fi suportate de beneficiar.

Concluziile sunt următoarele:

1. Implementarea unui sistem uzual de securitate, așa cum a fost el descris anterior, crește consumul unui imobil casnic de dimensiuni uzuale cu aproximativ 16%. Această valoare procentuală este suficient de mică pentru a nu pune în pericol rețeaua de distribuție publică a energiei electrice.

2. Consumul de energie electrică al sistemului de securitate este nesemnificativ raportat la valoarea lei/lună (12,92 lei) pentru orice proprietar de imobil rezidențial.

3. Dacă totuși se dorește o economie consumului de energie electrică, se poate opta doar pentru montarea unui sistem de alarmare la efracție, după cum am arătat, cu un consum foarte mic. Acest lucru nu este însă recomandat și de inginerii de securitate, aceștia susținând instalarea ambelor sisteme pentru un obiectiv rezidențial.

4.2. Aparat de măsurare a caracteristicilor electrice pentru sistemele de securitate

Înregistrarea caracteristicilor electrice ale sistemelor de securitate implică interacțiunea acestor sisteme cu acel sistem care măsoară parametri. Interacțiunea este realizată fie prin contact direct, fie prin câmp electromagnetic [14]. Fiecare dispozitiv de securitate consumă mai puțină sau mai multă putere, în funcție de diferitele scenarii în care se află. Pentru măsurarea puterii consumate de fiecare dispozitiv, am construit un aparat care măsoară și stochează valorile de tensiune și de curent absorbit de fiecare componentă a sistemului de securitate în parte.

4.2.1. Componentele aparatului de măsurare

Componentele aparatului de măsurare le regăsim în tabelul următor (Tabelul 2).

Nr. Crt	Componenta	Nr. buc
1	Arduino MEGA 2560	1
2	Modul Ethernet	1
3	Display TFT LCD ISP 1.8"	1
4	Senzor de curent ASC712	10
5	Senzor de tensiune (divizor 25V Max)	8
6	Senzor de tensiune 220Vca	2
7	Buzzer piezo 5V	1
8	Butoane fără reținere cu indicator LED	4
9	Modul microSD CARD	1
10	LED 5 mm	2
11	Convertor analog-digital de 0 bit ADC MCP3008	1
12	Multiplexor analogic 16 intrări 74HS4097	2
13	Rezistențe 10 kOhm	7
14	Rezistențe 1 kOhm	3
15	Rezistențe 220 Ohm	2
16	Rezistențe 100 kOhm	2
17	Diodă 1N4148	6
18	Tranzistor BC547	1
19	Condensatoare 100nF	4
20	Condensatoare 100uF	2

Tabelul 2. Lista componentelor aparatului de măsurare

4.2.2. Schema bloc a dispozitivului de măsurare

Placa de dezvoltare Arduino Mega 2560, prezentată în Figura 11, este folosită pentru a controla și configura dispozitivul de măsurare. Valorile curenților absorbiți sunt obținuți din senzorii de curent ASC712, în timp ce valorile tensiunilor sunt obținute din cei 2 senzori de curent alternativ și cei 8 divizori de tensiune. Valorile astfel înregistrate sunt stocate pe cardul SD și trimise prin interfața modului Ethernet pentru a vizualiza datele în timp real. Dispozitivul de măsurare conține un ecran de tip TFT de 1,8" și un modul de tastatură care este folosit pentru configurare [15].

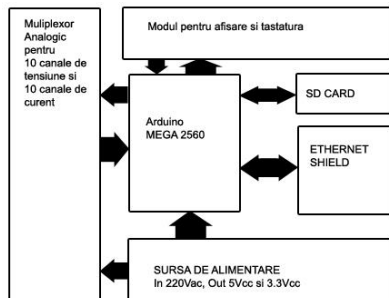


Figura 11. Schema bloc a dispozitivului de măsurare

4.2.3. Principiul de funcționare

Placa electronică conține cei 10 senzori de curent, 8 senzori de tensiune în curent continuu și 2 senzori de tensiune în curent alternativ. Semnalul de la senzori este colectat de către multiplexorul analog care este conectat la placa Arduino Mega 2560.

Dispozitivul de măsurat, reprezentat de la Figura 12 la Figura 14, oferă utilizatorului posibilitatea de a măsura și stoca tensiunea și curentul consumat pentru orice sistem de securitate. Se pot conecta până la 10 dispozitive de securitate, ca de exemplu: camere de supraveghere video, înregistratoare de tip digital, detectori de proximitate în infraroșu, detectori de fum, detectori de gaz, detectori de umiditate, centrale antifracție.

Senzorii măsoară valorile dispozitivelor conectate și trimit datele către Arduino Mega 2560 prin multiplexoarele de tip analog. Acestea din urmă stochează datele obținute pe un card de tip SD și le transmit prin Ethernet către o pagină de internet care este particularizată pentru vizualizarea datelor în timp real de pe orice aplicație de tip web-browser.

Acest proces de monitorizare în timp real a datelor dispozitivelor conectate de către utilizator face ca procesul de achiziție de date să fie mult mai eficient. Aceste date se pot vizualiza în timp real și pe ecranul LCD de 1,8 inch, instalat pe lateral (Figura 14).

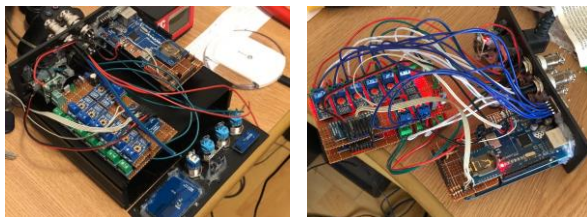


Figura 12. Etape ale construirii aparatului de măsurare



Figura 13. Dispozitivul de măsurare



Figura 14. Valori înregistrate în timpul procesului de achiziție de date. Interfața web.

În timpul procesului de achiziție de date, atât tastatura, cât și detectorii de prezență în infraroșu au un consum ce poate fi caracterizat de tip liniar (Figura 15).

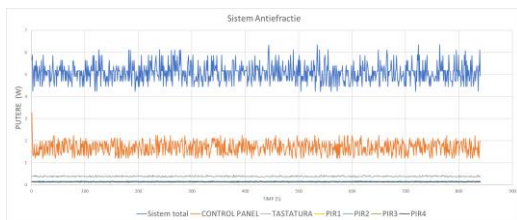


Figura 15. Graficele puterilor componentelor sistemului de alarmare măsurate

Aparatul de măsurare propus oferă o foarte bună acuratețe a măsurătorilor pentru stările de alarmă ale sistemului de securitate, ceea ce îl face extrem de eficient mai ales pentru transmiterea la distanță a datelor folosind interfața web. Este o cerință necesară a comunicațiilor bidirecționale ale sistemelor de securitate într-o arhitectură modernă a caselor inteligente. Astfel, amprenta energetică a consumurilor fiecărei componente a sistemului de securitate poate fi utilizată de la distanță, în plus față de starea de alarmă propriu-zisă, la identificarea stării în care se găsește sistemul.

Deoarece, în starea „stand-by”, precizia de măsurare a aparatului este mai mică din cauza valorilor foarte mici ale curenților, în capitolul următor se va propune folosirea unui alt sistem de achiziție de date. Creșterea acurateței măsurătorilor la valori foarte mici ale parametrilor electrici ai sistemelor de securitate va fi unul dintre obiectivele majore ale dezvoltării ulterioare a aparatului propus, prin folosirea unor senzori performanți.

Capitolul 5. Modelarea caracteristicilor electrice ale componentelor sistemelor de securitate rezidențiale

Tot mai multe proiecte arhitecturale rezidențiale includ, încă din prima etapă, integrarea unui sistem de securitate conceput pentru a satisface nevoia de siguranță. Mai mult, orice proiect de casă inteligentă conține, în mod obligatoriu, un sistem de securitate conectat la Internet.

Sistemele de securitate se adaptează necesităților beneficiarului și pot avea complexitate diferită, de la detecția pătrunderii neautorizate a persoanelor, până la detecția evenimentelor nedorite cum ar fi fum, gaz, inundație.

Sistemul de achiziție de date utilizat pentru sistemul de securitate rezidențial propus este format din:

- placa de achiziție National Instruments PCI-6289;
- extensia National Instruments SCC-68;
- software Labview Signal Express.

Datele obținute în urma procesului de achiziție de date au fost introduse și prelucrate în programe de modelare matematică Matlab și PyCharm. Rezultatele astfel obținute vor fi prezentate și comparate în acest capitol.

Metoda de aproximare a funcțiilor polinomiale a avut la bază utilizarea din librăria programelor a funcției *"polyfit"* [16], [17]. Eroarea pătratică calculată este dată de relația din ecuația de mai jos, unde SSE este suma erorilor pătratice, SSR este suma regresiorilor pătratice iar SST este suma totală a pătratelor:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (1)$$

Coeficientul de determinare (este egal cu pătratul coeficientului de corelație multiplă) poate fi gândit, exprimat procentual, drept proporția din variația variabilei dependente explicată de variația variabilelor independente: procentul din variația lui Y este explicată de variabilele X. Cu funcția *"plot"* am reprezentat punctele valorilor măsurate pentru fiecare componentă a sistemului de securitate în parte. Apoi am modelat caracteristica electrică de funcționare pentru fiecare dintre acestea. Am folosit această metodă pentru a obține cea mai bună aproximare pentru caracteristicile electrice ale componentelor sistemelor de securitate.

5.1. Modelarea caracteristicilor electrice ale componentelor sistemelor de alarmare. Studiu de caz nr. 2

5.1.1. Proiectarea sistemului de alarmare

Alegerea componentelor sistemului de alarmare antiefracție rezidențial a avut ca bază justificată experiența de peste 14 ani din domeniul proiectării și implementării sistemelor de securitate.

Prin prisma cererii tot mai ridicate, alăturat detecției pătrunderii persoanelor neautorizate în spațiul privat al beneficiarilor, am considerat benefică introducerea de elemente de detecție a evenimentelor nedorite cu impact major în viața beneficiarilor.

Astfel, sistemul de alarmare proiectat pentru o casă comună cuprinde următoarele elemente componente: panoul de control, tastatura, telecomanda, sirena, contactul magnetic, detectorul de mișcare pasiv în infraroșu, detectorul de fum, detectorul de gaz metan și monoxid de carbon, detectorul de inundație (Figura 16).

Conform Legii 333 din 8 iulie 2003 și a normelor sale de aplicare, sistemului de alarmare trebuie să i se asigure o independență energetică de cel puțin 24 de ore [18], respectiv de 30 minute pentru sistemul de televiziune cu circuit închis. Așadar, va fi echipat și cu baterie de backup în cazul opririi furnizării cu energie electrică de la rețeaua națională de distribuție. Totodată, sistemul de televiziune cu circuit închis va stoca imagini pe o perioadă minimă de 20 de zile.

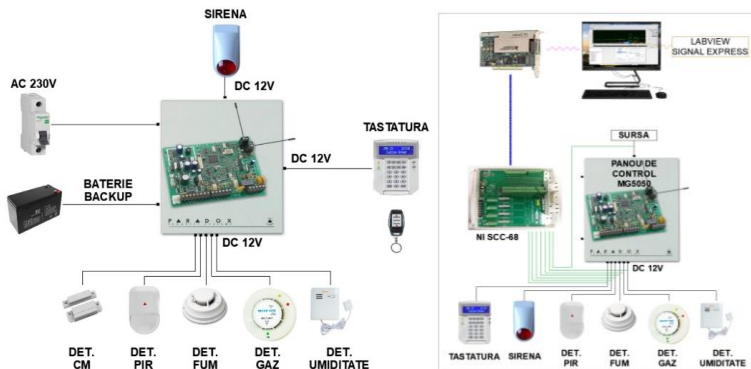


Figura 16. Schema bloc a sistemului de alarmare studiat. Schema bloc a achiziției de date a sistemului de alarmare.

5.1.2. Procesul de achiziție de date a sistemului de alarmare

Toate elementele de detecție, cât și elementele de intrare (tastatură) și ieșire (sirenă) sunt alimentate la o tensiune de 12VCC, +/- 15%. Blocul terminal de la National Instruments, SCC-68 este interpus între sursa de energie a elementelor, în cazul nostru bornele AUX de la panoul de control, și placa de achiziție National Instruments PCI-6289. După inițializarea secvențială a elementelor, perioada de eșantionare este de 24 de ore (Figura 17).

Pentru a mări acuratețea datelor înregistrate, am ales ca tipul de setare al terminalelor să fie diferențial. Am ales ca sursă de alimentare a panoului de control o baterie de 18Ah, pentru a scădea probabilitatea de eroare. Am ales înregistrarea eșantioanelor la o frecvență de 3 Hz (3 Eșantioane / sec). Pentru fiecare canal rezultă un număr de aproximativ 260.000 de înregistrări.

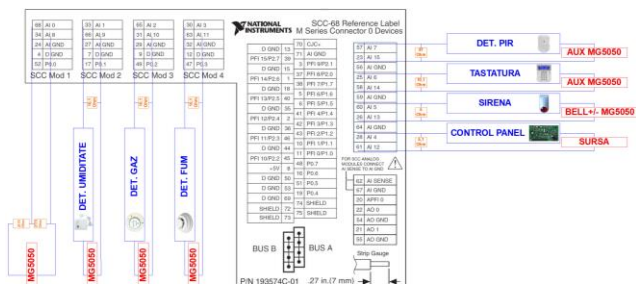


Figura 17. Schema Conexiuni Bloc terminal SCC-68 pentru sistemul de alarmare studiat.

5.1.3. Analiza caracteristicilor electrice ale sistemului de alarmare

5.1.3.1. Panoul de control

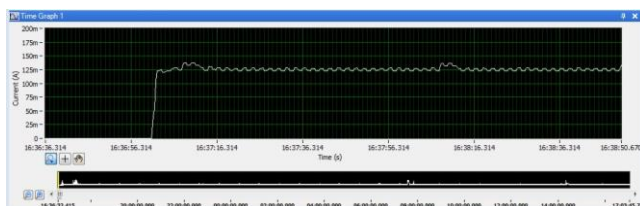


Figura 18. Graficul de inițializare al panoului de control.

După ce este alimentat, graficul panoului de control se stabilizează la valori ale curentului consumat situat între 120mA și 135mA (Figura 18). În prima parte a graficului se observă vârful din perioada de inițializare a elementelor componente. În mod relevant, se pot observa apoi vârfurile create de evenimentele importante ce au generat declanșarea sirenei (Figura 19).

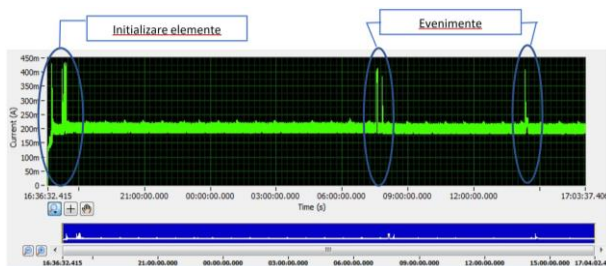


Figura 19. Graficul curentului consumat al panoului de control în 24 de ore.

În perioada de eșantionare aleasă de 24 de ore, puterea medie calculată este de 2,3183W. Energia electrică consumată în această perioadă este de 55,64Wh.

5.1.3.2. Detectorul de mișcare pasiv în infraroșu

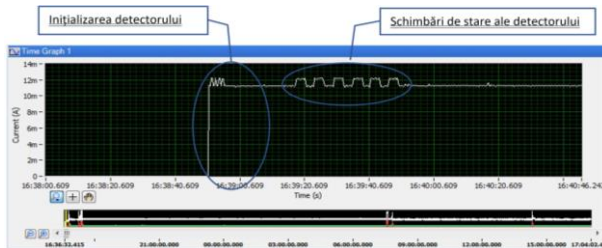


Figura 20. Graficul de inițializare a detectorului de mișcare pasiv în infraroșu.

După ce este alimentat detectorul de mișcare pasiv în infraroșu, graficul se stabilizează la valori ale curentului consumat situate între 11mA și 12,5mA. Se observă vârfuluri create de schimbarea stării detectorului din starea de standby în starea de alarmă (Figura 20). După inițializarea detectorului PIR, se observă creșterea curentului panoului de control proporțional cu curentul absorbit de detectorul PIR.

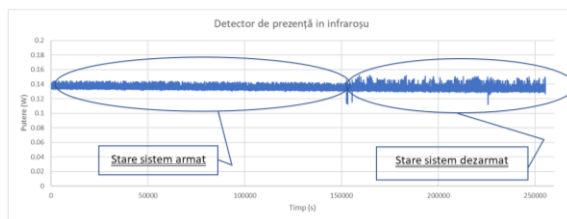


Figura 21. Graficul puterii consumate de detectorul de mișcare pasiv în infraroșu în 24 ore

În perioada de eșantionare aleasă de 24 de ore, puterea medie calculată este de 0,1349W. Energia electrică consumată în această perioadă este de 3,23Wh. În prima jumătate a graficului se observă un consum de putere ce pare a fi filtrat. De fapt, sistemul se află în starea armat de către utilizator, iar, în a doua parte, starea sistemului este dezarmat (Figura 21).

5.1.3.3. Detectorul de fum

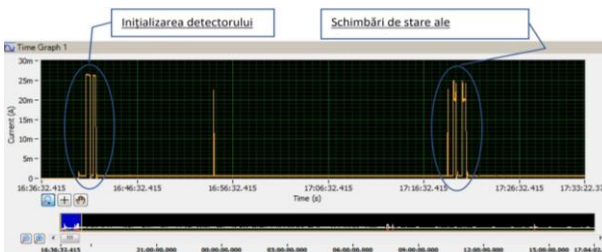


Figura 22. Graficul de inițializare a detectorului de fum.

După ce este alimentat detectorul de fum, graficul se stabilizează la valori ale curentului consumat situate până în 1mA. Se observă vârfurile de curent consumat de până la 27mA create de schimbarea stării detectorului din starea de standby în starea de alarmă (Figura 22). După inițializarea detectorului de fum, se observă creșterea curentului panoului de control proporțional cu curentul absorbit de detectorul de fum.

În perioada de eșantionare aleasă de 24 de ore, puterea medie calculată este de 0,0083W. Energia electrică consumată în această perioadă este de 0,20Wh.

5.1.3.4. Detectorul de gaz metan și monoxid de carbon

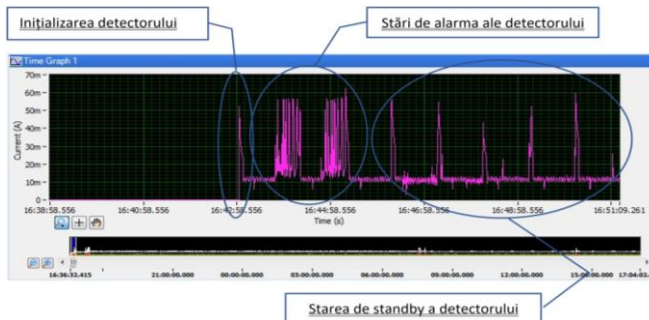


Figura 23. Graficul de inițializare a detectorului de gaz și monoxid de carbon.

După ce este alimentat detectorul de gaz metan și monoxid de carbon, graficul se stabilizează la valori ale curentului consumat situate între 10mA și 13mA. În stare de standby la perioade regulate de până în 1 minut consumul de curent crește cu vârfuri de 50-60mA (Figura 23). În perioada de eșantionare aleasă de 24 de ore, puterea medie calculată este de 0,1611W. Energia electrică consumată în această perioadă este de 3,86Wh.

5.1.3.5. Detectorul de inundație

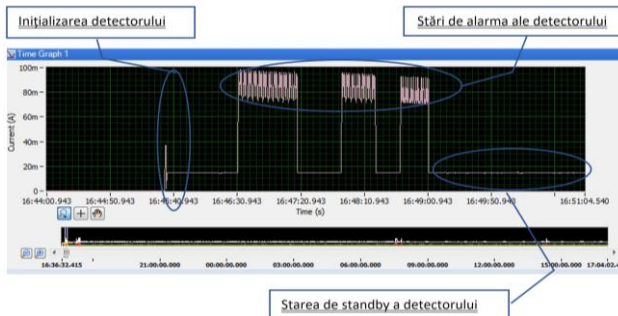


Figura 24. Graficul de inițializare a detectorului inundație

După ce este alimentat detectorul de inundație, graficul se stabilizează la valori ale curentului consumat situate între 14mA și 16mA. În stare de alarmă, consumul de curent crește între valorile 71mA - 98mA (Figura 24).

După schimbarea stării detectorului de inundație din starea de standby în starea de alarmă, se observă creșterea curentului panoului de control proporțional cu curentul absorbit de detectorul de inundație.

În perioada de eșantionare aleasă de 24 de ore, puterea medie calculată este de 0,1764W. Energia electrică consumată în această perioadă este de 4,23Wh.

5.1.3.6. Tastatura

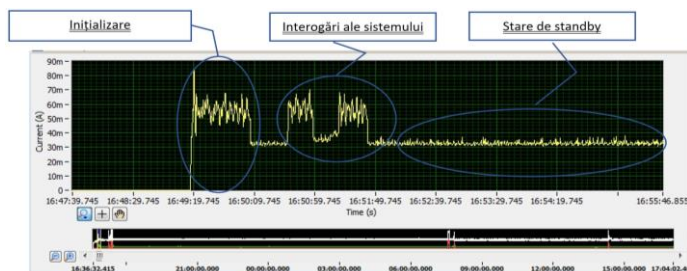


Figura 25. Graficul de inițializare a tastaturii. Diferite stări ale tastaturii.

După ce este alimentată tastatura, graficul se stabilizează la valori ale curentului consumat situate între 29mA și 38mA. Se observă vârfurile create de schimbarea stării tastaturii în momentul interogării sistemului. Când este interogată de către utilizator cu ajutorul tastaturii, curentul consumat de către aceasta se situează între valori de 45mA și 70mA (Figura 25). După inițializarea tastaturii, se observă creșterea curentului panoului de control proporțional cu curentul absorbit de tastatură.

În perioada de eșantionare aleasă de 24 de ore, puterea medie calculată este de 0,4100W. Energia electrică consumată în această perioadă este de 9,84Wh.

5.1.3.7. Sirena

După ce este alimentată, curentul de standby al sirenei tinde către 0. Se observă vârfurile create de schimbarea stării sirenei în momentul armării și dezarmării sistemului. Centrala este programată ca, atunci când sistemul este armat sau dezarmat, sirena să scoată un sunet (beep) scurt de notificare. Când sirena își schimbă starea de standby, curentul consumat de aceasta atinge vârfuri de 230mA – 250 mA (Figura 26).

Se observă creșterea curentului panoului de control proporțional cu curentul absorbit de sirena. Având cel mai mare consum de curent al elementelor componente, graficul sirenei impactează agresiv graficul panoului de control.

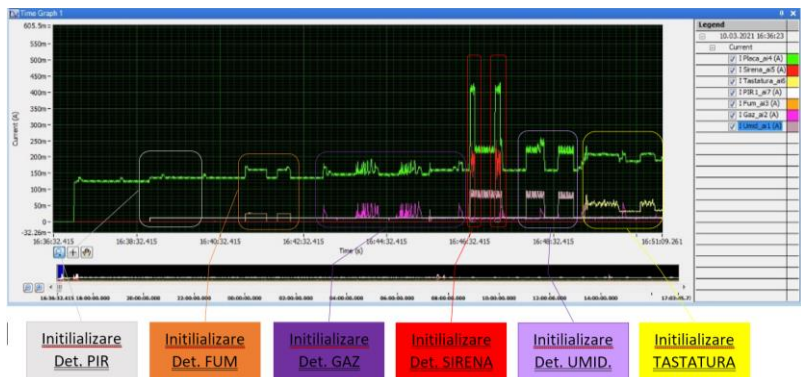


Figura 28. Graficul curentului elementelor în perioada de inițializare.

Se observă cum graficul panoului de control preia fidel orice variație a elementelor conectate la bornele sale auxiliare. Se creează o hartă ce poate fi descoperită și analizată din punct de vedere al parametrilor electrici. Se poate crea o redundanță privind cunoașterea stării sistemului luând în considerare această mapare determinată de parametrii electrici ai elementelor componente.

5.1.4. Modelarea caracteristicilor electrice ale sistemului de alarmare

În sistemele de alarmare, majoritatea elementelor care compun sistemul ales stau în starea de așteptare, starea de standby. Sistemul prezintă interes ridicat atunci când detectorii își schimbă starea de așteptare în starea de alarmare. Există detectori programați în configurarea centralei să anunțe starea de alarmare, indiferent de starea sistemului general (armat sau dezarmat) precum detectorii de fum, de temperatură, de gaz, de dioxid de carbon, de umiditate și există detectori programați să anunțe starea de alarmare doar atunci când sistemul este armat de către utilizator. Așadar, din cele aproape 260.000 de eșantioane achiziționate pentru fiecare detector, am ales să selectez doar eșantioanele care reflectă trecerea elementelor din starea de standby în starea de alarmare și revenirea ulterioară a acestora în starea de standby. Modelarea pe întreg setul de date ar fi dus la obținerea unei funcții liniare cu erori grosolane.

Având în vedere că sursa de alimentare a elementelor este chiar placa centralei și faptul că senzorii au trecut în starea de alarmă la momente diferite, pentru fiecare element modelat este prezentat și comportamentul centralei de alarmare (panoul de control). Singurul element ce nu a fost modelat este contactul magnetic, deoarece acesta nu este altceva decât un simplu întrerupător fără consum propriu.

5.1.4.1. Detectorul de mișcare pasiv în infraroșu

În cazul detectorului de mișcare pasiv în infraroșu, numărul de eșantioane ales este de aproape 30. Trecerea din starea de standby în starea de alarmare și apoi revenirea în starea de standby, împreună cu funcția de aproximare, se observă în Figura 29. Linia

roșie reprezintă setul de valori măsurate, iar linia albastră reprezintă funcția de aproximare returnată de programul Matlab pentru detectorul de mișcare pasiv în infraroșu (stanga) și pentru panoul de control pentru intervalul selectat (dreapta).

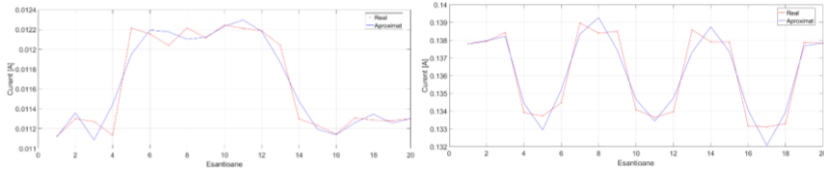


Figura 29. Interpolarea Matlab pentru caracteristica electrică a detectorului de mișcare pasiv în infraroșu (stânga) și a panoului de control (dreapta)

	Soft utilizat	Funcția polinomială aproximativă	Eroare pătratică calculată
DETECTOR PIR	Matlab	$P(x) = -5.340969e^{-12}x^{10} + 6.361950e^{-10}x^9 - 3.246833e^{-8}x^8 + 9.285798e^{-7}x^7 - 1.633959e^{-5}x^6 + 1.828088e^{-4}x^5 - 1.297873e^{-3}x^4 + 5.658362e^{-3}x^3 - 1.410027e^{-2}x^2 + 1.765487e^{-2}x^1 + 3.033913e^{-3}$	0.925465
	Pycharm	$P(x) = -1.51645040e^{-11}x^{10} + 1.43454421e^{-9}x^9 - 5.76165707e^{-8}x^8 + 1.27780317e^{-6}x^7 - 1.70355415e^{-5}x^6 + 1.39180078e^{-4}x^5 - 6.78883913e^{-4}x^4 + 1.82094487e^{-3}x^3 - 2.21306910e^{-3}x^2 + 8.36362156e^{-4}x^1 + 1.13098425e^{-2}$	0.930540
PANOU DE CONTROL	Matlab	$P(x) = 1.173275e^{-10}x^{10} - 1.2820804e^{-8}x^9 + 5.998818e^{-7}x^8 - 1.569809e^{-5}x^7 + 8.41911204e^{-5}x^6 + 2.518401e^{-4}x^5 - 2.554683e^{-3}x^4 + 1.632282e^{-2}x^3 + 1.407300e^{-1}x^2 - 1.569405e^{-1}x^1 + 2.035259e^{-1}$	0.905500
	Pycharm	$P(x) = 1.10908198e^{-10}x^{10} - 9.88276024e^{-9}x^9 + 3.66938222e^{-7}x^8 + 7.32238501e^{-6}x^7 + 8.41911204e^{-5}x^6 - 5.50052334e^{-4}x^5 + 1.81545483e^{-3}x^4 + 1.72232456e^{-3}x^3 - 3.60907733e^{-3}x^2 + 4.33132482e^{-3}x^1 + 1.37945962e^{-1}$	0.903066

Tabelul 3. Rezultate obținute în urma modelării caracteristicilor electrice pentru detectorul PIR și panou de control

5.1.4.2. Detectorul de fum

În cazul detectorului de fum, a fost selectat un număr de aproximativ 150 de eșantioane. Trecerea din starea de standby în starea de alarmare și apoi revenirea în starea de standby, împreună cu funcția de aproximare, se observă în Figura 30. Linia roșie reprezintă setul de valori măsurate, iar linia albastră reprezintă funcția de aproximare returnată de programul Matlab pentru detectorul de fum (stânga) și pentru panoul de control pentru intervalul selectat (dreapta).

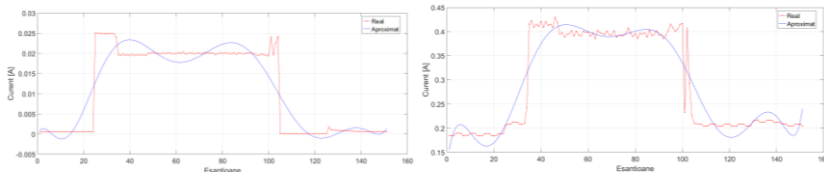


Figura 30. Interpolarea Matlab pentru caracteristica electrică a detectorului de fum (stânga) și a panoului de control (dreapta)

	Soft utilizat	Funcția polinomială aproximativă	Eroare pătratică calculată
DETECTOR DE FUM	Matlab	$P(x) = -3.393056e^{-20}x^{10} + 3.433867e^{-17}x^9 - 1.417268e^{-14}x^8 + 3.140515e^{-12}x^7 - 4.095234e^{-10}x^6 + 3.214677e^{-8}x^5 - 1.480234e^{-6}x^4 + 3.662705e^{-5}x^3 - 3.940171e^{-4}x^2 + 1.360571e^{-3}x - 6.668693e^{-5}$	0.860593
	Pycharm	$P(x) = -3.18994627e^{-20}x^{10} + 3.20791902e^{-17}x^9 - 1.30327667e^{-14}x^8 + 2.81984347e^{-12}x^7 - 3.55754636e^{-10}x^6 + 2.66620604e^{-8}x^5 - 1.14450554e^{-6}x^4 + 2.49539266e^{-5}x^3 - 1.91086169e^{-4}x^2 + 6.29143051e^{-5}x^1 + 1.59963317e^{-3}$	0.859595
PANOU DE CONTROL	Matlab	$P(x) = 8.658442e^{-19}x^{10} - 5.484527e^{-16}x^9 + 1.362212e^{-13}x^8 - 1.578827e^{-11}x^7 + 6.041279e^{-10}x^6 + 6.041279e^{-8}x^5 - 6.497034e^{-6}x^4 + 2.828202e^{-4}x^3 - 5.211267e^{-3}x^2 + 3.647667e^{-2}x^1 + 1.232462e^{-1}$	0.902350
	Pycharm	$P(x) = 6.72447783e^{-19}x^{10} - 3.80608872e^{-16}x^9 + 7.62372521e^{-14}x^8 - 4.27734712e^{-12}x^7 - 6.84252676e^{-10}x^6 + 1.33810642e^{-8}x^5 - 9.59037138e^{-6}x^4 + 3.33187802e^{-4}x^3 - 5.21052883e^{-3}x^2 + 2.98896945e^{-2}x^1 + 1.53623532e^{-1}$	0.902924

Tabelul 4. Rezultate obținute în urma modelării caracteristicilor electrice pentru detectorul de fum și panoul de control

5.1.4.3. Detectorul de gaz metan și monoxid de carbon

În cazul detectorului de gaz și monoxid de carbon, numărul de eșantioane ales este de aproape 290. În acest interval, este surprinsă trecerea din starea de standby în starea de alarmare și apoi revenirea în starea de standby. Acest eveniment, împreună cu funcția de aproximare, se observă în Figura 31 atât pentru detectorul de gaz metan, cât și pentru panoul de control. Linia roșie reprezintă setul de valori măsurate, iar linia albastră reprezintă funcția de aproximare returnată de programul Matlab.

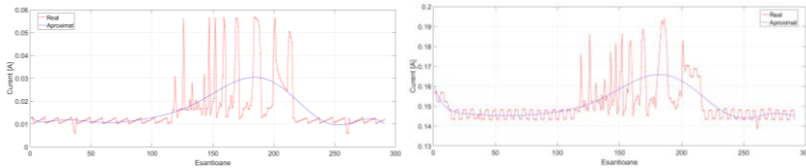


Figura 31. Interpolarea Matlab pentru caracteristica electrică a detectorului de gaz metan și monoxid de carbon (stânga) și a panoului de control (dreapta)

	Soft utilizat	Funcția polinomială aproximativă	Eroare pătratică calculată
DETECTOR DE GAZ	Matlab	$P(x) = 7.947150e^{-23}x^{10} - 1.174292e^{-19}x^9 + 7.324587e^{-17}x^8 - 2.516378e^{-14}x^7 + 5.218929e^{-12}x^6 - 6.745168e^{-10}x^5 + 5.406144e^{-8}x^4 - 2.569067e^{-6}x^3 + 6.561915e^{-5}x^2 - 7.470034e^{-4}x^1 + 1.383592e^{-1}$	0.383955
	Pycharm	$P(x) = 8.17064142e^{-23}x^{10} - 1.19218254e^{-19}x^9 + 7.33388290e^{-17}x^8 - 2.48067420e^{-14}x^7 + 5.05343661e^{-12}x^6 - 6.39343839e^{-10}x^5 + 4.98956596e^{-8}x^4 - 2.28638758e^{-6}x^3 + 5.52068393e^{-5}x^2 - 5.67558382e^{-4}x^1 + 1.28266871e^{-1}$	0.383723
PANOU DE CONTROL	Matlab	$P(x) = 1.054870e^{-22}x^{10} - 1.528057e^{-19}x^9 + 9.370140e^{-17}x^8 - 3.178313e^{-14}x^7 + 6.555952e^{-12}x^6 - 8.542697e^{-10}x^5 + 7.090169e^{-8}x^4 - 3.684637e^{-6}x^3 + 1.151527e^{-4}x^2 - 2.009543e^{-3}x^1 + 1.613651e^{-1}$	0.448453
	Pycharm	$P(x) = 1.16368603e^{-22}x^{10} - 1.67145379e^{-19}x^9 + 1.01644446e^{-16}x^8 - 3.41915206e^{-14}x^7 + 6.99134234e^{-12}x^6 - 9.01765624e^{-10}x^5 + 7.38117064e^{-8}x^4 - 3.75261947e^{-6}x^3 + 1.12974014e^{-4}x^2 - 1.85328283e^{-3}x^1 + 1.58956552e^{-1}$	0.448323

Tabelul 5. Rezultate obținute în urma modelării caracteristicilor electrice pentru detectorul de gaz metan și monoxid de carbon și panoul de control

5.1.4.4. Detectorul de inundație

În cazul detectorului de inundație, am ales aproape 140 de eșantioane. Analizând consumul de curent absorbit de detector, se observă trecerea din starea de standby în starea de alarmare și apoi revenirea în starea de standby. Acest eveniment, împreună cu funcția de aproximare, se observă în Figura 32 atât pentru detectorul de inundație, cât și pentru panoul de control. Linia roșie reprezintă setul de valori măsurate, iar linia albastră reprezintă funcția de aproximare returnată de programul Matlab.

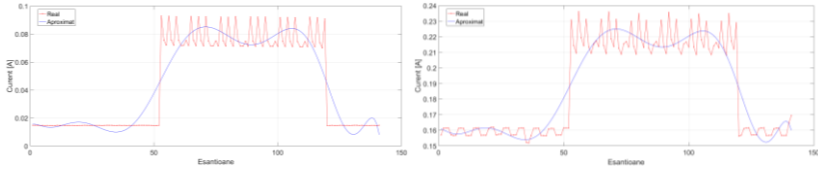


Figura 32. Interpolarea Matlab pentru caracteristica electrică a detectorului de inundație (stânga) și a panoului de control (dreapta).

	Soft utilizat	Funcția polinomială aproximativă	Eroare pătratică calculată
DET. DE INUNDAȚIE	Matlab	$P(x) = -1.079746e^{-18}x^{10} + 7.180789e^{-16}x^9 - 1.999554e^{-13}x^8 + 3.020880e^{-11}x^7 - 2.681141e^{-9}x^6 + 1.414412e^{-7}x^5 - 4.286799e^{-6}x^4 + 6.893769e^{-5}x^3 - 5.002702e^{-4}x^2 - 1.084368e^{-4}x^1 + 1.492458e^{-2}$	0.871901
	Pycharm	$P(x) = -1.06868518e^{-18}x^{10} + 6.88454594e^{-16}x^9 - 1.84723623e^{-13}x^8 + 2.66753592e^{-11}x^7 - 2.23332103e^{-9}x^6 + 1.08538029e^{-7}x^5 - 2.88916737e^{-6}x^4 + 3.63781578e^{-5}x^3 - 1.28539726e^{-4}x^2 - 5.50555845e^{-4}x^1 + 1.62462742e^{-2}$	0.871110
PANOU DE CONTROL	Matlab	$P(x) = -9.110140e^{-19}x^{10} + 6.030106e^{-16}x^9 - 1.666613e^{-13}x^8 + 2.488310e^{-11}x^7 - 2.166638e^{-9}x^6 + 1.106248e^{-7}x^5 - 3.154535e^{-6}x^4 + 4.452102e^{-5}x^3 - 2.189049e^{-4}x^2 - 3.568816e^{-4}x^1 + 1.615074e^{-1}$	0.863787
	Pycharm	$P(x) = -8.52962423e^{-19}x^{10} + 5.42647606e^{-16}x^9 - 1.42845886e^{-13}x^8 + 2.00113517e^{-11}x^7 - 1.59083973e^{-9}x^6 + 6.99573203e^{-8}x^5 - 1.45848626e^{-6}x^4 + 4.95235824e^{-6}x^3 + 2.44838275e^{-4}x^2 - 2.54760370e^{-3}x^1 + 1.63726674e^{-1}$	0.863099

Tabelul 6. Rezultate obținute în urma modelării caracteristicilor electrice pentru detectorul inundație și panoul de control

5.1.4.5. Tastatura

În cazul tastaturii, au fost selectate aproape 120 de eșantioane. Analizând consumul de curent absorbit de tastatură, se observă trecerea din starea de standby în starea de interogare și apoi revenirea în starea de standby. Acest eveniment, împreună cu funcția de aproximare, se observă în Figura 33 atât pentru tastatură (stânga), cât și pentru panoul de control (dreapta). Linia roșie reprezintă setul de valori măsurate, iar linia albastră reprezintă funcția de aproximare returnată de programul Matlab.

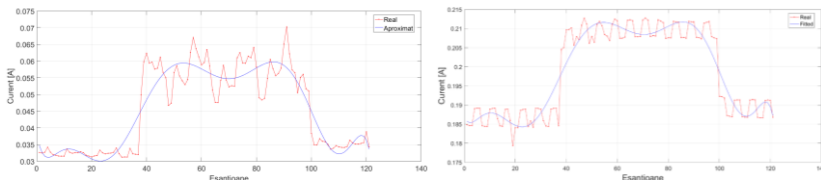


Figura 33. Interpolarea Matlab pentru caracteristica electrică a tastaturii

	Soft utilizat	Funcția polinomială aproximativă	Eroare pătratică calculată
SIRENA	Matlab	$P(x) = 1.192458e^{-19}x^{10} - 1.670758e^{-16}x^9 + 6.956177e^{-14}x^8 - 1.399716e^{-11}x^7 + 1.579935e^{-9}x^6 - 1.049665e^{-7}x^5 + 4.077639e^{-6}x^4 - 8.791118e^{-5}x^3 + 9.577518e^{-4}x^2 - 4.439938e^{-3}x^1 + 3.829336e^{-2}$	0.844737
	Pycharm	$P(x) = 2.93451020e^{-19}x^{10} - 2.72905557e^{-16}x^9 + 9.54097014e^{-14}x^8 - 1.72130623e^{-11}x^7 + 1.78637389e^{-9}x^6 - 1.10057933e^{-7}x^5 + 3.95478221e^{-6}x^4 - 7.76623523e^{-5}x^3 + 7.44629949e^{-4}x^2 - 2.80598312e^{-3}x^1 + 3.47007511e^{-2}$	0.843976
PANOUL DE CONTROL	Matlab	$P(x) = -4.22366e^{-20}x^{10} - 4.577939e^{-17}x^9 + 3.151748e^{-14}x^8 - 7.465646e^{-12}x^7 + 9.061906e^{-10}x^6 - 6.191885e^{-8}x^5 + 2.384908e^{-6}x^4 - 4.849085e^{-5}x^3 + 4.546300e^{-4}x^2 - 1.434824e^{-3}x^1 + 1.868063e^{-1}$	0.898655
	Pycharm	$P(x) = 3.39657758e^{-20}x^{10} - 9.39603608e^{-17}x^9 + 4.32986023e^{-14}x^8 - 8.85110814e^{-12}x^7 + 9.77832825e^{-10}x^6 - 6.16772930e^{-8}x^5 + 2.18366278e^{-6}x^4 - 3.98043456e^{-5}x^3 + 3.14388624e^{-4}x^2 - 6.79789987e^{-4}x^1 + 1.86321034e^{-1}$	0.897480

Tabelul 7. Rezultate obținute în urma modelării caracteristicilor electrice pentru tastatură și panoul de control

5.1.4.6. Sirena

În cazul sirenei, numărul de măsurători ales este de aproape 150 eşantioane. Analizând consumul de curent absorbit de sirena, se observă trecerea din starea de standby în starea de alarmă și apoi revenirea în starea de standby. Acest eveniment, împreună cu funcția de aproximare, se observă în Figura 34 atât pentru sirena, cât și pentru panoul de control. Linia roșie reprezintă setul de valori măsurate, iar linia albastră reprezintă funcția de aproximare returnată de programul Matlab.

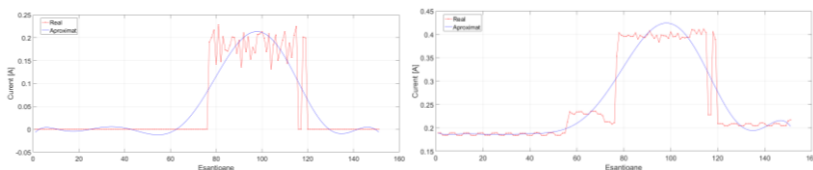


Figura 34. Interpolarea Matlab pentru caracteristica electrică a sirenei (stânga) și a panoului de control (dreapta)

	Soft utilizat	Funcția polinomială aproximativă	Eroare pătratică calculată
TASTATURA	Matlab	$P(x) = 2.195662e^{-19}x^{10} - 1.452257e^{-16}x^9 + 3.722455e^{-14}x^8 - 4.395290e^{-12}x^7 + 1.732869e^{-10}x^6 + 1.186762e^{-8}x^5 - 1.528887e^{-6}x^4 + 6.182575e^{-5}x^3 - 1.087225e^{-3}x^2 + 7.494490e^{-3}x^1 - 1.302728e^{-2}$	0.821735
	Pycharm	$P(x) = 1.76731967e^{-19}x^{10} - 1.07495134e^{-16}x^9 + 2.35165374e^{-14}x^8 - 1.73633818e^{-12}x^7 - 1.23872667e^{-10}x^6 + 3.10550928e^{-8}x^5 - 2.20171900e^{-6}x^4 + 7.23086704e^{-5}x^3 - 1.09401498e^{-3}x^2 + 6.29096795e^{-3}x^1 - 7.20816131e^{-2}$	0.821393
PANOU DE CONTROL	Matlab	$P(x) = 2.994223e^{-19}x^{10} - 2.251079e^{-16}x^9 + 7.020720e^{-14}x^8 - 1.179038e^{-11}x^7 + 1.162056e^{-9}x^6 - 6.918695e^{-8}x^5 + 2.489176e^{-6}x^4 - 5.238427e^{-5}x^3 + 5.953550e^{-4}x^2 - 3.102889e^{-3}x^1 + 1.920855e^{-2}$	0.875803
	Pycharm	$P(x) = 2.99689933e^{-19}x^{10} - 2.19327777e^{-16}x^9 + 6.62787101e^{-14}x^8 - 1.07122158e^{-11}x^7 + 1.00620112e^{-9}x^6 - 5.63107511e^{-8}x^5 + 1.86880842e^{-6}x^4 - 3.51976672e^{-5}x^3 + 3.37662526e^{-4}x^2 - 1.29105847e^{-3}x^1 + 1.87912788e^{-2}$	0.875351

Tabelul 8. Rezultate obținute în urma modelării caracteristicilor electrice pentru sirenă și panoul de control

5.1.4.7. Aprecieri asupra modelării caracteristicilor electrice ale sistemului de alarmare

Metoda aleasă de a modela matematic caracteristicile electrice ale elementelor unui sistem de alarmare folosind programul Matlab este astfel verificată cu programul Pycharm.

Rezultatele foarte apropiate astfel obținute prin utilizarea celor două programe întăresc alegerea corectă în modelarea caracteristicilor electrice ale sistemului de alarmare.

Cu excepția detectorului de gaz metan, prin această metodă de modelare, folosind programele Matlab și Pycharm, am obținut rezultate ale erorii pătratice situate între 0,82 și 0,93.

5.2. Modelarea caracteristicilor electrice ale sistemului de TVCI

5.2.1. Proiectarea sistemului de TVCI

Peste jumătate din sistemele de supraveghere care sunt instalate de către beneficiarii caselor rezidențiale comune conțin un număr de maxim 4 camere video de tip analog. Astfel, pentru studiul nostru, am luat în considerare proiectarea unui sistem de televiziune cu circuit închis ce conține un înregistrator video digital de 4 canale și 4 camere video. Întrucât costul este mai ridicat pentru echipamentele digitale IP versus cele analogice, am ales pentru acest studiu echipamente analogice. Am ales camere video cu rezoluția de 1920 x 1080, mergând pe același criteriu de selecție al prețului mai scăzut, coroborat cu ponderea vânzărilor mai ridicate în momentul de față al acestui tip de echipamente (Figura 35).

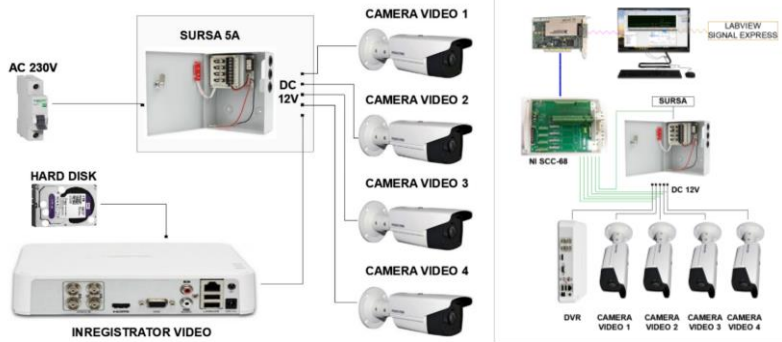


Figura 35. Schema bloc a sistemului de televiziune cu circuit închis studiat. Schema bloc a achiziției de date a sistemului TVCI

5.2.2. Procesul de achiziție de date a sistemului de TVCI

Toate dispozitivele de captură a imaginilor (camerele video), cât și dispozitivul de înregistrare și stocare digitală (DVR) sunt alimentate la o tensiune de 12VCC, +/- 15%. Blocul terminal de la National Instruments, SCC-68 este interpus între sursa de energie a elementelor, în cazul nostru bornele AUX ale sursei de alimentare de 5A și placa de achiziție National Instruments PCI-6289. După inițializarea secvențială a elementelor, perioada de eșantionare este de 24 de ore.

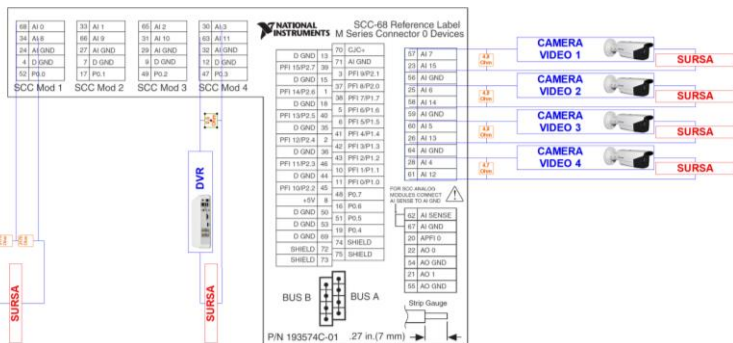


Figura 36. Schema conexiunilor bloc pentru terminalul SCC-68 a achiziției de date pentru sistemul TVCI

Pentru a mări acuratețea datelor înregistrate, am ales ca tipul de setare al terminalelor să fie diferențial. Am ales ca sursă de alimentare a întregului sistem TVCI o sursă de 5A capabilă de a susține toate elementele componente. Am ales înregistrarea eșantioanelor la o frecvență de 0,5 Hz (1 Eșantion / 2 sec). Într-o perioadă aleasă de 24 de ore, pentru fiecare canal rezultă un număr de aproximativ 43.200 de înregistrări (Figura 36).

5.2.3. Analiza caracteristicilor electrice ale sistemului de TVCI

5.2.3.1. Înregistratorul video digital

După ce este alimentat, înregistratorul video digital oscilează între valorile de 9,2W și 10,9W. De precizat este că acesta are instalat și un hard-disk de 1TB folosit ca memorie de stocare a imaginilor. În perioada de eșantionare aleasă de 24 de ore, puterea medie calculată este de 10,0841W. Energia electrică consumată în această perioadă este de 242,0189Wh.

5.2.3.2. Camera de supraveghere video

După ce sistemul este alimentat, pe timp de zi, consumul de putere al camerelor video oscilează între valorile de 0,98 și 1,20W. Pe timp de noapte însă, odată cu pornirea infraroșului, consumul de putere al camerei video oscilează între 3,3W și 3,8W. În perioada de eșantionare aleasă de 24 de ore, puterea medie calculată și energia electrică consumată de fiecare dintre cele 4 camere video sunt notate în Tabelul 9:

	Camera nr. 1	Camera nr. 2	Camera nr. 3	Camera nr. 4
Putere medie calculată în 24 de ore (W)	2,5411	2,6437	2,5456	2,5716
Energie electrică consumată în 24 de ore (Wh)	60,9878	63,4499	61,0948	61,7203

Tabelul 9. Puterile și energia consumată de cele 4 camere în 24 de ore

5.2.3.3. Sursa de alimentare

Pentru o bună funcționare a întregului sistem de televiziune cu circuit închis, am ales o sursă de 5A, 12VCC care alimentează atât înregistratorul video digital, cât și cele 4 camere video ce completează sistemul. Trebuie menționat că această sursă are și backup, iar sistemul va avea atașat o baterie de 7Ah pentru autonomie în cazul lipsei energiei electrice de la rețeaua de distribuție.

5.2.3.4. Precizări asupra analizei caracteristicilor electrice ale sistemului de televiziune cu circuit închis

În Figura 37 este redat graficul puterilor echipamentelor sistemului TVCI pe perioada de eșantionare de 24 de ore.

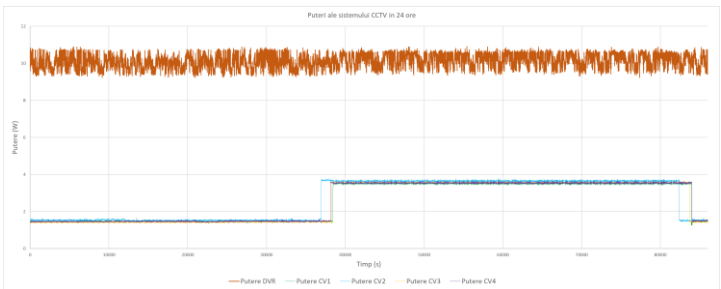


Figura 37. Graficul puterii echipamentelor sistemului TVCI în perioada de inițializare a elementelor

De remarcat este tranziția zi/noapte care produce efecte majore în variația de putere a camerelor video. Astfel, de la o variație a valorilor pe timp de zi situată între 1,3 și 1,6W, puterea consumată de camerele video crește pe timp de noapte la o variație a valorilor situată între 3,3W și 3,8W. Putem sesiza și momentele diferite ale camerelor de pornire a ledului infraroșu care însă nu sunt decalate pe o perioadă mai mare de 40 minute.

5.2.4. Modelarea caracteristicilor electrice ale sistemului de TVCI

Pentru obținerea unor modele matematice, mai exact a unor funcții polinomiale, a fost folosit programul Matlab R2016a și funcția *polyfit*, aceasta fiind capabilă să returneze coeficienții unei funcții polinomiale $P(x)$ de grad n care să aproximeze cu o eroare cât mai mică setul de valori obținute în urma procesului de achiziție de date.

Menționez că, în urma procesului de achiziție, au fost obținute aproape 43200 de eșantioane pentru fiecare componentă care a fost analizată. În orice sistem de supraveghere video, consumul este dat de camerele de supraveghere și de DVR. Comportamentul camerelor de supraveghere pe durata a 24 de ore (un ciclu întreg zi-noapte) arată aproape ca un semnal digital: consum scăzut pe timpul zilei și, atunci când senzorul de lumină detectează scăderea sub o anumită limită a gradului de iluminare, consum ridicat prin pornirea sistemului de iluminare în infraroșu.

Astfel, au fost analizate și modelate două cazuri:

1. **Cazul noapte-zi-noapte** – un set redus de eșantioane din zorii zilei cu sistemul IR pornit, toate eșantioanele de pe timpul zilei cu sistemul IR oprit și un set redus de eșantioane după înnoptare cu sistemul IR pornit, întocmai cum se poate observa în Figura 38.

2. **Cazul zi-noapte-zi** - un set redus de eșantioane din amurg cu sistemul IR oprit, toate eșantioanele de pe timpul nopții cu sistemul IR pornit și un set redus de eșantioane după răsăritul soarelui cu sistemul IR oprit, întocmai cum se poate observa în Figura 38.

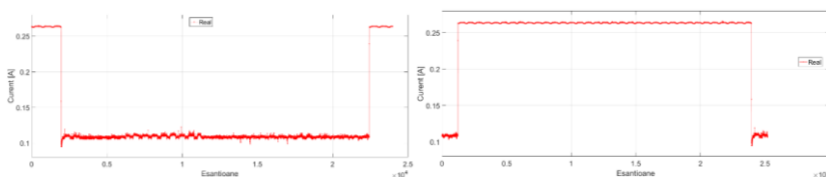


Figura 38. Graficul curentului consumat camera video de supraveghere nr. 1 în ciclul noapte-zi-noapte (stânga) și în ciclul zi-noapte-zi (dreapta)

5.2.4.1. Înregistratorul video digital

În cazul DVR-ului, datele obținute în urma procesului de achiziție și prezentate în Figura 39 au făcut imposibilă obținerea unei funcții interpolate, modelarea pe întregul set de date generând erori grosolane. Datele observabile în Figura 39 sunt generate de consumul variabil al hard disk-ului și al procesorului DVR-ului care fluctuează foarte mult în funcție de gradul de utilizare al acestora, caracteristica acestei componente a sistemului fiind una digitală.

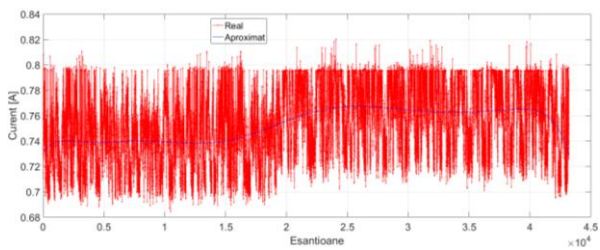


Figura 39. Graficul DVR-ului aproximat în 24 de ore

În Tabelul 10 sunt prezentate funcțiile polinomiale și erorile pătratice calculate de către programul Matlab, respectiv programul Pycharm. Erorile calculate sunt grosolane, ceea ce a rezultat în imposibilitatea modelării conform metodei alese.

	Soft utilizat	Funcția polinomială aproximată	Eroare pătratică calculată
ÎNREGISTRATOR VIDEO DIGITAL	Matlab	$P(x) = -3.415784e^{-44}x^{10} + 7.519747e^{-39}x^9 - 7.073419e^{-34}x^8 + 3.699285e^{-29}x^7 - 1.172742e^{-24}x^6 + 2.308103e^{-20}x^5 - 2.787271e^{-16}x^4 + 1.985741e^{-12}x^3 - 7.744813e^{-9}x^2 + 1.432717e^{-5}x^1 + 7.303694e^{-1}$	0.180775
	Pycharm	$P(x) = -2.00550111e^{-43}x^{10} + 4.47027197e^{-38}x^9 - 4.27222397e^{-33}x^8 + 2.27724462e^{-28}x^7 - 7.38173281e^{-24}x^6 + 1.49197449e^{-19}x^5 - 1.86534495e^{-15}x^4 + 1.39955484e^{-11}x^3 - 5.93132430e^{-8}x^2 + 1.24478114e^{-4}x^1 + 9.88077984$	0.083463

Tabelul 10. Rezultate obținute în urma modelării caracteristicilor electrice pentru DVR în 24 de ore

5.2.4.2. Camera de supraveghere video

5.2.4.2.1.1 Ciclul de 24 de ore

În graficele din Figura 40 se regăsesc interpolările Matlab și Pycharm pentru camera video de supraveghere nr. 1 pentru ciclul de 24 de ore. Graficele sunt foarte asemănătoare, iar erorile pătratice calculate rezultate (din Tabelul 11) sunt foarte apropiate. Rezultate similare am obținut și pentru camerele de supraveghere video nr. 2, nr. 3 și nr. 4.

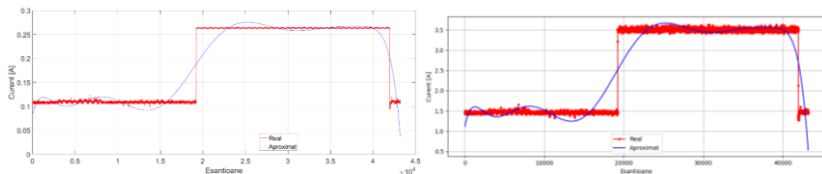


Figura 40. Interpolarea Matlab (stânga) și Pycharm (dreapta) pentru caracteristica electrică a camerei video de supraveghere nr. 1 pentru ciclul de 24 de ore

În Tabelul 11 sunt prezentate funcțiile polinomiale și erorile pătratice calculate de programul Matlab, respectiv programul Pycharm.

	Soft utilizat	Funcția polinomială returnată	Eroare pătratică calculată
CAMERA VIDEO NR. 1	Matlab	$P(x) = -3.225948e^{-43}x^{10} + 7.031167e^{-38}x^9 - 6.523559e^{-33}x^8 + 3.351191e^{-28}x^7 - 1.038171e^{-23}x^6 + 1.981334e^{-19}x^5 - 2.287832e^{-15}x^4 + 1.514424e^{-11}x^3 - 5.175895e^{-8}x^2 + 7.424757e^{-5}x^1 + 8.223136e^{-2}$	0.923836
	Pycharm	$P(x) = -4.25849789e^{-42}x^{10} + 9.28121687e^{-37}x^9 - 8.61064649e^{-32}x^8 + 4.42299110e^{-27}x^7 - 1.37005541e^{-22}x^6 + 2.61431589e^{-18}x^5 - 3.01800154e^{-14}x^4 + 1.99700668e^{-10}x^3 - 6.82121070e^{-7}x^2 + 9.77513819e^{-4}x^1 + 1.11868988$	0.923655
CAMERA VIDEO NR. 2	Matlab	$P(x) = -1.793555e^{-43}x^{10} + 4.016975e^{-38}x^9 - 3.806060e^{-33}x^8 + 1.980104e^{-28}x^7 - 6.144032e^{-24}x^6 + 1.157378e^{-19}x^5 - 1.294104e^{-15}x^4 + 8.105800e^{-12}x^3 - 2.551204e^{-8}x^2 + 3.250572e^{-5}x^1 + 1.038988e^{-2}$	0.911423
	Pycharm	$P(x) = -2.35137511e^{-42}x^{10} + 5.26665805e^{-37}x^9 - 4.98968949e^{-32}x^8 + 2.59513187e^{-27}x^7 - 8.04781588e^{-23}x^6 + 1.51453775e^{-18}x^5 - 1.69082455e^{-14}x^4 + 1.05651403e^{-10}x^3 - 3.31289240e^{-7}x^2 + 4.19511081e^{-4}x^1 + 1.40885618$	0.909693
CAMERA VIDEO NR. 3	Matlab	$P(x) = -3.140367e^{-43}x^{10} + 6.868064e^{-38}x^9 - 6.392848e^{-33}x^8 + 3.293581e^{-28}x^7 - 1.022793e^{-23}x^6 + 1.955468e^{-19}x^5 - 2.260224e^{-15}x^4 + 1.496135e^{-11}x^3 - 5.100991e^{-8}x^2 + 7.235978e^{-5}x^1 + 8.014215e^{-2}$	0.923547
	Pycharm	$P(x) = -4.14492484e^{-42}x^{10} + 9.06500577e^{-37}x^9 - 8.43762411e^{-32}x^8 + 4.34687526e^{-27}x^7 - 1.34978716e^{-22}x^6 + 2.58032243e^{-18}x^5 - 2.98183553e^{-14}x^4 + 1.97311140e^{-10}x^3 - 6.72319104e^{-7}x^2 + 9.52565686e^{-4}x^1 + 1.09026592$	0.923351
CAMERA VIDEO NR. 4	Matlab	$P(x) = -3.536327e^{-43}x^{10} + 7.672549e^{-38}x^9 - 7.083599e^{-33}x^8 + 3.620019e^{-28}x^7 - 1.115503e^{-23}x^6 + 2.117796e^{-19}x^5 - 2.433375e^{-15}x^4 + 1.603429e^{-11}x^3 - 5.451550e^{-8}x^2 + 7.736414e^{-5}x^1 + 8.137245e^{-2}$	0.927193
	Pycharm	$P(x) = -4.67498866e^{-42}x^{10} + 1.01418194e^{-36}x^9 - 9.36205434e^{-32}x^8 + 4.78365421e^{-27}x^7 - 1.47380043e^{-22}x^6 + 2.79738234e^{-18}x^5 - 3.21325645e^{-14}x^4 + 2.11642165e^{-10}x^3 - 7.19104989e^{-7}x^2 + 1.01929313e^{-3}x^1 + 1.10718869$	0.926891

Tabelul 11. Rezultate obținute în urma modelării caracteristicilor electrice pentru cele 4 camere video în 24 de ore

5.2.4.2.1.2 Cazul noapte-zi-noapte

În graficele din Figura 41 se regăsesc interpolările Matlab și Pycharm pentru camera video de supraveghere nr. 1 pentru cazul noapte-zi-noapte. Graficele sunt foarte asemănătoare, iar erorile pătratice calculate rezultate (Tabelul 12) foarte apropiate. Rezultate similare am obținut și pentru camerele de supraveghere video nr. 2, nr. 3 și nr. 4.

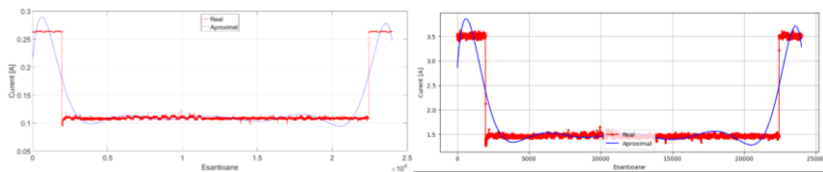


Figura 41. Interpolarea Matlab (stânga) și Pycharm (dreapta) pentru caracteristica electrică a camerei video de supraveghere nr. 1 pentru cazul noapte-zi-noapte

În Tabelul 12 sunt prezentate funcțiile polinomiale și erorile pătratice calculate de programul Matlab, respectiv programul Pycharm.

	Soft utilizat	Funcția polinomială returnată	Eroare pătratică calculată
CAMERA VIDEO NR. 1	Matlab	$P(x) = -1.431868e^{-40}x^{10} + 1.726892e^{-35}x^9 - 8.935296e^{-31}x^8 + 2.593338e^{-26}x^7 - 4.631059e^{-22}x^6 + 5.245780e^{-18}x^5 - 3.739347e^{-14}x^4 + 1.597483e^{-10}x^3 - 3.613353e^{-7}x^2 + 2.924448e^{-4}x^1 + 2.140073e^{-1}$	0.891490
	Pycharm	$P(x) = -1.89035435e^{-39}x^{10} + 2.27972400e^{-34}x^9 - 1.17950519e^{-29}x^8 + 3.42310234e^{-25}x^7 - 6.11231822e^{-21}x^6 + 6.92299555e^{-17}x^5 - 4.93433456e^{-13}x^4 + 2.10765398e^{-9}x^3 - 4.76598406e^{-6}x^2 + 3.85379570e^{-3}x^1 + 2.86058608$	0.891021
CAMERA VIDEO NR. 2	Matlab	$P(x) = -8.867126e^{-41}x^{10} + 1.036235e^{-35}x^9 - 5.184276e^{-31}x^8 + 1.449091e^{-26}x^7 - 2.473244e^{-22}x^6 + 2.638225e^{-18}x^5 - 1.718127e^{-14}x^4 + 6.246496e^{-11}x^3 - 9.424765e^{-8}x^2 + 4.613722e^{-5}x^1 + 3.039855e^{-1}$	0.877653
	Pycharm	$P(x) = -1.15566189e^{-39}x^{10} + 1.34959541e^{-34}x^9 - 6.74740672e^{-30}x^8 + 1.88469661e^{-25}x^7 - 3.21417148e^{-21}x^6 + 3.42490799e^{-17}x^5 - 2.22639864e^{-13}x^4 + 8.06175997e^{-10}x^3 - 1.19827950e^{-6}x^2 + 6.61408349e^{-3}x^1 + 4.05721389$	0.873654
CAMERA VIDEO NR. 3	Matlab	$P(x) = -1.574103e^{-40}x^{10} + 1.893839e^{-35}x^9 - 9.768916e^{-31}x^8 + 2.823696e^{-26}x^7 - 5.014253e^{-22}x^6 + 5.635557e^{-18}x^5 - 3.972828e^{-14}x^4 + 1.670166e^{-10}x^3 - 3.685088e^{-7}x^2 + 2.821754e^{-4}x^1 + 2.233828e^{-1}$	0.896232
	Pycharm	$P(x) = -2.08077768e^{-39}x^{10} + 2.50321553e^{-34}x^9 - 1.29109403e^{-29}x^8 + 3.73143948e^{-25}x^7 - 6.62519114e^{-21}x^6 + 7.44464748e^{-17}x^5 - 5.24680148e^{-13}x^4 + 2.20493976e^{-9}x^3 - 4.86215545e^{-6}x^2 + 3.71688686e^{-3}x^1 + 2.98547458$	0.895724
CAMERA VIDEO NR. 4	Matlab	$P(x) = -1.415001e^{-40}x^{10} + 1.699592e^{-35}x^9 - 8.763416e^{-31}x^8 + 2.536667e^{-26}x^7 - 4.522792e^{-22}x^6 + 5.122873e^{-18}x^5 - 3.659150e^{-14}x^4 + 1.571003e^{-10}x^3 - 3.586400e^{-7}x^2 + 2.948982e^{-4}x^1 + 2.158448e^{-1}$	0.898065
	Pycharm	$P(x) = -1.86745050e^{-39}x^{10} + 2.24276319e^{-34}x^9 - 1.15627113e^{-29}x^8 + 3.34656739e^{-25}x^7 - 5.96617173e^{-21}x^6 + 6.75710970e^{-17}x^5 - 4.82605873e^{-13}x^4 + 2.07185760e^{-9}x^3 - 4.72931292e^{-6}x^2 + 3.88650076e^{-3}x^1 + 2.88497032$	0.897172

Tabelul 12. Rezultate obținute în urma modelării caracteristicilor electrice pentru cele 4 camere video în ciclul noapte-zi-noapte

5.2.4.2.1.3 Cazul zi-noapte-zi

În graficele din Figura 42 se regăsesc interpolările Matlab și Pycharm pentru camera video de supraveghere nr. 1 pentru cazul zi-noapte-zi. Graficele sunt foarte asemănătoare, iar erorile pătratice calculate rezultate (Tabelul 13) foarte apropiate. Rezultate similare am obținut și pentru camerele de supraveghere video nr. 2, nr. 3 și nr. 4.

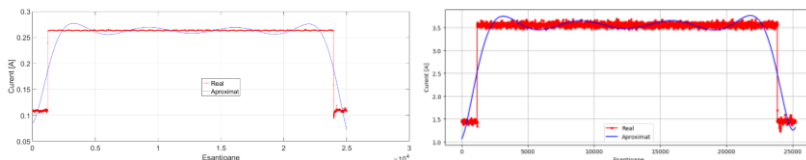


Figura 42. Interpolarea Matlab (stânga) și Pycharm (dreapta) pentru caracteristica electrică a camerei video de supraveghere nr. 1 pentru cazul zi-noapte-zi

În Tabelul 13 sunt prezentate funcțiile polinomiale și erorile pătratice calculate de programul Matlab, respectiv programul Pycharm.

	Soft utilizat	Funcția polinomială returnată	Eroare pătratică calculată
CAMERA VIDEO NR. 1	Matlab	$P(x) = 6.739307e^{-41}x^{10} - 8.482665e^{-36}x^9 + 4.549566e^{-31}x^8 - 1.355815e^{-26}x^7 + 2.452412e^{-22}x^6 - 2.756632e^{-18}x^5 + 1.885424e^{-14}x^4 - 7.244699e^{-11}x^3 + 1.230609e^{-7}x^2 + 9.589973e^{-6}x^1 + 8.712135e^{-2}$	0.853261
	Pycharm	$P(x) = 8.90424683e^{-40}x^{10} - 1.12060636e^{-34}x^9 + 6.00926770e^{-30}x^8 - 1.79048794e^{-25}x^7 + 3.23792731e^{-21}x^6 - 3.63855777e^{-17}x^5 + 2.48766715e^{-13}x^4 - 9.55311142e^{-10}x^3 + 1.62056466e^{-6}x^2 + 1.32484010e^{-4}x^1 + 1.18010564$	0.852252
CAMERA VIDEO NR. 2	Matlab	$P(x) = 1.417275e^{-41}x^{10} - 1.173136e^{-36}x^9 + 2.675239e^{-32}x^8 + 4.213840e^{-28}x^7 - 3.348254e^{-23}x^6 + 7.383844e^{-19}x^5 - 8.468259e^{-15}x^4 + 5.458510e^{-11}x^3 - 1.918453e^{-7}x^2 + 3.258392e^{-4}x^1 + 7.985664e^{-2}$	0.876182
	Pycharm	$P(x) = 1.71465973e^{-40}x^{10} - 1.33857721e^{-35}x^9 + 2.32405132e^{-31}x^8 + 9.43877248e^{-27}x^7 - 5.18102093e^{-22}x^6 + 1.06876749e^{-17}x^5 - 1.19026420e^{-13}x^4 + 7.53568903e^{-10}x^3 - 2.61168221e^{-6}x^2 + 4.37424430e^{-4}x^1 + 1.09143115$	0.871824
CAMERA VIDEO NR. 3	Matlab	$P(x) = 7.112426e^{-41}x^{10} - 8.852160e^{-36}x^9 + 4.689328e^{-31}x^8 - 1.378115e^{-26}x^7 + 2.452597e^{-22}x^6 - 2.702491e^{-18}x^5 + 1.799732e^{-14}x^4 - 6.626508e^{-11}x^3 + 1.009961e^{-7}x^2 + 4.332927e^{-5}x^1 + 7.869119e^{-2}$	0.857220
	Pycharm	$P(x) = 9.40018225e^{-40}x^{10} - 1.16961424e^{-34}x^9 + 6.19387485e^{-30}x^8 - 1.81958489e^{-25}x^7 + 3.23678511e^{-21}x^6 - 3.56448898e^{-17}x^5 + 2.37183940e^{-13}x^4 - 8.72111200e^{-10}x^3 + 1.32434426e^{-6}x^2 + 5.84477803e^{-4}x^1 + 1.06749188$	0.856148
CAMERA VIDEO NR. 4	Matlab	$P(x) = 5.208661e^{-41}x^{10} - 6.491206e^{-36}x^9 + 3.435025e^{-31}x^8 - 1.005058e^{-26}x^7 + 1.771570e^{-22}x^6 - 1.915972e^{-18}x^5 + 1.229162e^{-14}x^4 - 4.138934e^{-11}x^3 + 4.219696e^{-8}x^2 + 1.017053e^{-4}x^1 + 7.209140e^{-2}$	0.845526
	Pycharm	$P(x) = 6.84337675e^{-40}x^{10} - 8.52525363e^{-35}x^9 + 4.50924131e^{-30}x^8 - 1.31852884e^{-25}x^7 + 2.32208085e^{-21}x^6 - 2.508103548e^{-17}x^5 + 1.60553593e^{-13}x^4 - 5.38059565e^{-10}x^3 + 5.34977578e^{-7}x^2 + 1.36752311e^{-5}x^1 + 9.79795244e^{-1}$	0.843507

Tabelul 13. Rezultate obținute în urma modelării caracteristicilor electrice pentru cele 4 camere video în ciclul zi-noapte-zi

5.2.4.3. Aprecieri asupra modelării caracteristicilor electrice ale sistemului de TVCI

Având rezultate foarte asemănătoare modelarea caracteristicilor electrice cu cele două programe Matlab și Pycharm, se concluzionează că interpolarea realizată este corectă. Cu excepția înregistratorului video digital, cu o comportare booleană, rezultatele obținute în cele trei situații expuse sunt foarte bune, reflectate de valorile erorii pătratice calculate care sunt situate între 0,84 și 0,93.

Capitolul 6. Analiza economico-financiară a sistemelor de securitate

6.1. Statistici ale pieței sistemelor de securitate

Dimensionarea imensă a acestui domeniu este temelia ce a condus la această analiză. Valoarea de 191 miliarde de euro este cea care reflectă, la nivel general, toată piața de securitate. Aici se include atât piața securității electronice și fizice, cât și piața de securitate cibernetică și servicii publice și private. Ca și pondere globală, pe primul loc se situează Statele Unite ale Americii cu o valoare de 40%, în timp ce Europa ocupă locul doi, cu o valoare de 25-35% ce angajează peste 3,5 milioane de persoane atât în sectorul public de pază și protecție (1,96 milioane sunt polițiști și pompieri), cât și în sectorul privat (1,54 milioane sunt agenți de pază și protecție).

În România, în registrele Poliției Române, activează un număr de 2138 societăți licențiate în domeniul sistemelor de alarmare. Valoarea pieței locale este dificil de cuantificat, datorită fragmentării și fluctuației firmelor ce activează în domeniu, însă ating, cel mai probabil, un nivel de peste 650 milioane de euro.

La nivel global, piața sistemelor electronice de securitate a fost evaluată în 2020 la 53,6 mld. \$ și se așteaptă ca, până în 2025, să ajungă la 78,9 mld. \$, fiind calculată cu o rată de creștere anual compusă de 8% pentru perioada prognozată. Sunt studii ECORYS realizate pentru Comisia Europeană ce arată că industria europeană este dominantă ca număr de participanți prin numeroasele firme mici și mijlocii (de aproximativ 95% cu peste 700.000 de angajați), însă generează un procent mult mai redus din cele 67 mld. \$ din valoarea globală estimată pentru anul 2021. Piața se împarte în sisteme integrate cu un procent de 48%, servicii cu un procent de 32% și produse electronice cu un procent de 20%

Am ales acest segment de zonă rezidențială deoarece, în prezent, produsele electronice de securitate se regăsesc în casele a doar 18% din cei care dețin acest tip de locuință. Piața acestor produse a depășit 150 de milioane de lei.

6.2. Costul echipamentelor sistemelor de securitate rezidențiale

În România, din cele peste 20.000 de furturi pe an (în descreștere față de anii trecuți) două treimi sunt însumate în furturi din locuințe, iar o treime în furturi de la societăți comerciale. În afara granițelor României, ca de exemplu Statele Unite ale Americii, se percep abonamente lunare cuprinse între 30\$ și 65\$ de către companiile de securitate care instalează gratuit echipamente de securitate în custodie și asigură și paza obiectivelor prin intervenții ale agenților de pază.

La noi în țară, acest sistem de instalare în custodie a echipamentelor în mod gratuit și regăsit într-un abonament lunar încă nu este implementat, iar beneficiarul trebuie să plătească întreaga investiție.

6.2.1. Costul mediu al unui sistem de alarmare rezidențial

Costul mediu al echipamentelor folosite pentru sistemul de alarmare ales este de 1950,00 de lei. Cablurile, prinderile și alte echipamente mărunte costă aproximativ 250,00 de lei, în timp ce manopera executată de o firmă licențiată este de aproximativ 1050 de lei. Totalul întregii investiții se ridică la 3250 de lei. Opțional, beneficiarul se poate decide asupra unui abonament al unei firme de pază care să intervină cu echipaj la obiectivul protejat, iar costul mediu este de 100,00 – 150,00 de lei pe lună.

6.2.2. Costul mediu al unui sistem de supraveghere video rezidențial

Costul mediu al echipamentelor folosite pentru sistemul de supraveghere video este de 1750,00 de lei. Cablurile, prinderile și alte echipamente mărunte costă aproximativ 400 de lei, iar manopera executată de o firmă licențiată este de aproximativ 900,00 de lei. Totalul întregii investiții se ridică la 3050 de lei. Opțional, beneficiarul poate alege un abonament al unei firme de pază care să intervină cu echipaj la obiectivul protejat, iar costul mediu este de 200,00 de lei de cameră video monitorizată de către dispecer.

6.2.3. Costul mediu al unui sistem de securitate rezidențial

Sistem de securitate	Componentă	Preț (lei)	Total (lei)
Sistem de alarmare	Echipamente	1950,00	3250,00
	Cabluri	250,00	
	Instalare	1050,00	
Sistem de supraveghere video	Echipamente	1750,00	3050,00
	Cabluri	400,00	
	Instalare	900,00	
Cost total al sistemului de securitate			6300,00

Tabelul 14. Costul total al sistemului de securitate rezidențial

Conform cu datele prezentate (în Tabelul 14), reiese că un beneficiar al unui sistem de securitate rezidențial trebuie să aloce un buget de aproximativ 6300,00 de lei. Abonamentele lunare ce presupun intervenții ale echipajelor agenților de securitate nu sunt incluse.

6.3. Costul anual din punct de vedere al consumului de energie

Sistemul de alarmare rezidențial are în componența sa atât partea de detecție antiefracție prin folosirea detectorilor pasivi în infraroșu și a contactilor magnetici pe ușile de acces și a ferestrelor, cât și partea de detecție a diferitelor fenomene ce pot produce pagube semnificative materiale și poate chiar umane (detectează fum, temperaturi înalte, gaz metan, monoxid de carbon, inundație). Dimensionarea acestuia cu 4 detectori pasivi în infraroșu, un detector multicriterial de fum și temperatură, un detector multicriterial de gaz metan și monoxid de carbon și un detector de inundație a condus la o putere medie consumată de 3,6219 W. Consumul energetic al acestui sistem pe durata unei zile este de aproximativ 0,0869 kWh, iar, raportându-ne la un an, reiese un consum energetic de 31,72 kWh pe an.

Sistemul de supraveghere video ales are în componența sa un înregistrator video digital, un hard-disk și 4 camere video de supraveghere. Puterea medie consumată de acesta este de 20,38 W, iar consumul energetic al acestui sistem pe durata unei zile este de aproximativ 0,4893 kWh. Raportându-ne la un an, reiese un consum energetic de 178,58 kWh pe an. Sistemul de securitate astfel format, integrând cele două subsisteme, are un consum energetic anual de 210,30 kWh.

Calculat la un tarif de 0,8275 lei pe kWh rezultă un cost total anual pentru sistemul de alarmare de 26,25 lei. În cazul sistemului de supraveghere video, folosind același tarif concurențial, rezultă un cost total anual de 147,78 lei. Însumând cele două sisteme, rezultă un cost anual al sistemului de securitate de aproximativ 175,00 lei.

6.4. Costurile anuale cu serviciile de mentenanță

Pentru sistemul de alarmare, costurile anuale de mentenanță se compun din schimbarea acumulatorilor ce asigură independența energetică de 24 de ore a sistemului și a intervenției tehnicianului de securitate. Opțional, beneficiarul poate contracta un serviciu de mentenanță lunară situat între 50,00 și 150,00 de lei pe lună. Costul echipamentelor schimbate anual (acumulatorul ce asigură backup centralei de alarmare și cel din sirena de exterior) se ridică la 170,00 de lei, iar a manoperei la 120,00 de lei.

Analizând în același mod, pentru sistemul de supraveghere video rezultă un cost anual de 85,00 de lei, cumulat cu o oră de intervenție a unui tehnician de securitate de 120,00 de lei. Costul anual de mentenanță cumulat al sistemului de securitate este de 495,00 de lei.

6.5. Costul total al unui sistem de securitate rezidențial

Bugetul unui sistem de securitate variază în funcție de necesitățile beneficiarului și a complexității și funcționalității obiectivului protejat. Pentru sistemul de securitate rezidențial ales, costurile sunt de 6475,00 lei în primul an de exploatare și câte 670,00 lei în anii ce vor urma (Tabelul 15). În cazul unei exploatare și întrețineri corecte, durata de funcționare în parametri optimi poate depăși cincisprezece ani.

Din anul 2 de exploatare, putem aproxima costul de exploatare la 9,66% din investiția inițială din primul an. În primul an de funcționare, costul cu investiția inițială nu este de neglijat, însă devine sustenabil dacă ne raportăm la salariul mediu lunar net care este în momentul de față de 3400,00 de lei.

Anul 1			Anul i (i > 1)		
Investiție (lei)	Cost consum energetic (lei)	Cost servicii de mentenanță (lei)	Investiție (lei)	Cost consum energetic (lei)	Cost servicii de mentenanță (lei)
6300,00	175,00	0	0	175,00	495,00
Total = 6475,00 lei			Total = 670,00 lei		

Tabelul 15. Costul sistemului de securitate rezidențial pe ani

Capitolul 7. Concluzii

Extinderea și dezvoltarea continuă a domeniului sistemelor de securitate se datorează importanței ridicate pe care omenirea o acordă necesității de a-și asigura protejarea bunurilor materiale și, desigur, a vieții. Multe din statele care doresc un nivel ridicat de siguranță pentru cetățenii lor reglementează prin decizii legislative obligativitatea acestora de a-și instala sisteme de securitate. România prezintă și ea o piață semnificativă pentru sistemele de securitate atât pentru sectorul agenților economici, cât și pentru sectorul privat, al proprietarilor de locuințe rezidențiale. Reglementarea la nivel legislativ întărește importanța sporită și necesitatea răspândirii acestora. Astfel, regăsim în casele oamenilor instalate atât sistemele de alarmă care detectează și semnalizează evenimente nedorite, cât și sistemele de supraveghere video care stochează imagini pentru a putea identifica ulterior intruși sau evenimente.

Tendința tot mai des întâlnită de a implementa proiecte de case inteligente conduc clasicele sisteme antiefracție în a fi utilizate atât pentru semnalizarea pătrunderii persoanelor rău intenționate, cât și pentru depistarea diverselor stări de pericol de tip fum, foc, gaz, inundație și acționarea în consecință. Aceste sisteme de alarmare sunt completate de sistemele de supraveghere video care asigură monitorizarea în timp real și stocarea imaginilor, dar și transmiterea evenimentelor la distanță. Fiecare dintre sisteme are propriile avantaje și dezavantaje, de aceea recomandarea specialiștilor este de a se instala împreună, în acest fel sporindu-se gradul de protejare a bunurilor și persoanelor.

Precum instalațiile electrice, termice sau sanitare, arhitectul modern proiectează, apelând la specialiști, încă din faza de schiță și instalația sistemelor de securitate. Astfel, interconectarea sistemelor de securitate cu diverse instalații existente din casele rezidențiale se realizează încă din fazele de creație a proiectului, fapt ce integrează elementele de securitate în designul arhitectural.

Pe piața sistemelor de securitate există o multitudine de detectori, senzori, echipamente de alarmare, camere video, înregistratoare digitale, însă principiile de funcționare sunt aceleași. Experiența pe care o am în domeniul sistemelor de securitate a stat la baza selecției componentelor echipamentelor de securitate studiate.

O cunoaștere amănunțită a consumului energetic a sistemelor de securitate și o analiză cu o bună acuratețe a parametrilor electrici conduc la o dimensionare și proiectare corectă a acestora. Cu atât mai mult, impactul implementării acestor sisteme în case ce se doresc a fi independente din punct de vedere energetic poate fi calculat cu o precizie ridicată folosind datele din această lucrare.

Contribuții originale

În lucrarea de față am prezentat, am proiectat, am analizat sisteme de securitate comune, ce se regăsesc instalate în case de tip rezidențial. Am pornit de la ideea îmbunătățirii acestui domeniu în care activez de o bună bucată de vreme și am început prin a cerceta și studia în detaliu caracteristicile, consumurile și clasificarea

sistemelor de securitate. Atât sistemele de alarmare, cât și sistemele de supraveghere video reprezintă un domeniu vast, în continuă expansiune. De aceea, am selectat doar acele elemente de securitate foarte importante și cu grad ridicat de răspândire în proiectele caselor rezidențiale actuale.

Contribuțiile personale aduse în urma analizelor și cercetărilor proprii sunt:

- Dimensionarea și proiectarea sistemului de securitate cel mai solicitat în România pentru locuințele oamenilor în baza experienței de peste 14 ani pe care o am în domeniul sistemelor de securitate, atât în cadrul tehnic de instalator, cât și în cadrul comercial de distribuitor al acestora. Propunerea făcută este direcționată către consumatorul casnic și îl ajută în a-și gestiona cât mai bine resursele.

- Monitorizarea și analizarea din punct de vedere energetic a sistemului de alarmare antiefracție, precum și a sistemului de supraveghere video și impactul acestora atât asupra consumatorului, cât și asupra rețelei de distribuție publică.

- Identificarea, monitorizarea și analizarea parametrilor electrici ai elementelor sistemelor de securitate într-un al doilea studiu amplu, în care am folosit echipamente de achiziție de date cu acuratețe ridicată.

- Modelarea caracteristicilor electrice ale elementelor sistemelor de securitate folosind peste 2,5 mil. de eșantioane înregistrate.

- Elaborarea de modele matematice, respectiv funcții polinomiale, pentru fiecare element component al sistemului de securitate, folosind programul Matlab prin metoda regresiei polinomiale. Pentru regimurile de funcționare ale elementelor de securitate, am evidențiat funcțiile polinomiale rezultate în urma prelucrării acestora prin calcul matematic. Cu mici excepții, am obținut erori pătratiche situate între valorile de 0,82 și 0,93.

- Validarea modelelor matematice pentru fiecare element component al sistemului de securitate folosind programul Pycharm Community.

- Crearea unui aparat de măsurare a parametrilor electrici pentru sistemele de securitate. El poate fi adaptat atât sistemelor de alarmare, cât și sistemelor de supraveghere video. Datele pot fi stocate atât pe suport de memorie flash, cât și în fișiere de tip tabelar în urma proiectării acestora pe interfața web.

- Analizarea din punct de vedere economic și financiar a sistemelor de securitate. Am calculat costul mediu al echipamentelor de securitate, costul consumului energetic și costul serviciilor de mentenanță.

Direcții viitoare de cercetare

Pentru monitorizarea permanentă a stării sistemelor de securitate, se poate implementa aparatului de măsurare deja creat transmiterea stărilor anormale de lucru instalatorilor autorizați care dețin în mentenanță aceste sisteme și care pot interveni la obiectiv sau de la distanță, corectând erorile găsite. Creșterea acurateței măsurărilor la valori foarte mici ale parametrilor electrici ai sistemelor de securitate va fi unul dintre obiectivele majore ale dezvoltării ulterioare a aparatului propus, prin folosirea unor senzori performanți.

În baza rezultatelor obținute, se poate construi un soft bazat pe inteligență artificială care, preluând datele înregistrate și caracteristicile modelate, poate crea tipologii de regimuri de funcționare corectă și apoi să le poată diferenția de anomaliiile ce pot apărea în funcționarea acestor sisteme.

Oricare din cele două direcții prezentate mai sus pot îmbunătăți considerabil intervențiile corective asupra sistemelor de securitate, scăzând astfel timpul petrecut la mentenanță sau service, precum și costul acestora.

De asemenea, o altă direcție de cercetare viitoare este de a analiza și un sistem de automatizare a unui imobil rezidențial (un sistem de casă inteligentă). Acest domeniu al automatizării proceselor din interiorul și împrejurul unei case a cunoscut o puternică dezvoltare în ultimii ani, căpătând denumirea generică de „smart home”.

Conceptul de „smart home” se referă la o configurare convenabilă a locuinței în care aparatele și dispozitivele conectate la Internet pot fi controlate automat de la distanță de oriunde prin telefoane mobile, tablete, laptopuri sau alte dispozitive „smart”. Când dispozitivele sunt online, beneficiarul are rolul de a controla funcțiile pe care acestea le oferă: armare și dezarmare sistem de securitate, vizualizare live, setare termostat, aprindere sau stingere iluminat în funcție de scenariile alese.

Dispozitivele unei case inteligente sunt conectate între ele și pot fi accesate printr-un punct central - un smartphone, tabletă, laptop sau consolă de jocuri. Camerele de supraveghere video, yalele ușilor, frigiderul, aspiratorul tip robot, televizorul, mașina de făcut cafea, sistemul audio, iluminatul pot fi programate printr-o singură consolă într-un sistem de automatizare inteligent. Prin aplicațiile instalate pe smartphone, utilizatorul are acces la orare și scenarii pe care le poate programa în funcție de necesitățile sale.

Inteligența artificială tot mai des întâlnită în electrocasnicele de larg consum îmbunătățește experiența cu utilizatorul, modificând funcțiile acestora în funcție de comportamentul și necesitățile proprietarului. Controlul iluminatului reduce consumul de energie electrică creând astfel economii pe termen lung. Interconectivitatea cu ajutorul tehnologiei Internetului obiectelor (IoT) deschide o largă viziune asupra utilizării rețelei de obiecte formate din aparate inteligente, partajarea de informații de către acestea ușurând crearea de scenarii preferențiale.

Astfel, va fi foarte interesant de analizat, pe aceleași principii ca cele menționate mai sus, introducerea acestor noi consumatori într-un imobil rezidențial, ce până la urmă, în viitorul foarte apropiat va deveni, de fapt, o unică soluție integrată pentru toate procesele (securitate, ambient termic, media etc.).

În fapt, aceste sisteme există deja în piață, dar lipsa capacității de a integra toate procesele, problemele de stabilitate a software-ului rulat sau prețul prohibitiv le fac să nu fie așa de răspândite momentan, acestea fiind motivele pentru care le-am luat în considerare, deocamdată, doar ca o viitoare direcție de cercetare.

Publicații

- 1 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Alexandru Enescu, Iulian Udroi, **Energy Consumption Analysis of Security Systems for a Residential Consumer**, Proc. of the 11th IEEE-International Symposium On Advanced Topics In Electrical Engineering ed., Bucuresti: IEEE, 2019, indexat ISI-WoS.
- 2 Horia Andrei, Alexandru Enescu, Emil Diaconu, **Valentin Ion**, Iulian Udroi, **Data Acquisition and Modeling of Cogeneration Power Plant Parameters**, Proc. of IEEE-ATEE, 2019, indexat ISI-WoS.
- 3 Alexandru Enescu, Horia Andrei, Emil Diaconu, **Valentin Ion**, **Numerical method for modeling the input-output characteristic in a cogeneration power plant**, 11th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI) ed., IEEE, 2019, indexat ISI-WoS.
- 4 Alexandru Enescu, Horia Andrei, **Valentin Ion**, Emil Diaconu, Nicoleta Angelescu, **Analysis and Modeling of Biomass Plant Energy Efficiency**, 6th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEEE) ed., IEEE, 2019, indexat ISI-WoS.
- 5 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Mihaita Nicolae Ardeleanu, Andrei Cosmin Gheorghe, **The analysis of the electrical characteristics for an anti-theft alarm system**, 13th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI) ed., 2021, indexat IEEEExplore.
- 6 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Mihăiță Nicolae Ardeleanu, Andrei Cosmin Gheorghe, **Electrical characteristics analysis of video surveillance systems**, 13th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI) ed., IEEE, 2021, indexat IEEEExplore.
- 7 **Valentin Ion**, Andrei Cosmin Gheorghe, Emil Diaconu, **Electrical Characteristics Measuring Device for Security Systems**, The Scientific Bulletin of Electrical Engineering Faculty, 2021, indexat BDI.
- 8 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Dan Puchianu and Mihaita Ardeleanu, **Modelling of Electrical Characteristics for an Anti-Theft Alarm System**, ISEEE 2021 The 7th International Symposium on Electrical and Eletronics Engineering, 2021, (accepted for publication).
- 9 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Dan Puchianu and Andrei Cosmin Gheorghe, **Modelling the electrical characteristics of video surveillance systems**, ISEEE 2021 The 7th International Symposium on Electrical and Eletronics Engineering, 2021, (accepted for publication).
- 10 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Dan Puchianu and Andrei Cosmin Gheorghe, **Cost and energy consumption analysis of residential security systems**, ISEEE 2021 The 7th International Symposium on Electrical and Eletronics Engineering, 2021 (accepted for publication).

Bibliografie selectivă

- [1] A. Roșca, Curs securitate, Inginer pentru sisteme de securitate, ARTS, 2008.
- [2] T. Stătescu, Standarde române în vigoare pentru sistemele de alarmă, 2014.
- [3] R.A. Deshmukh, S. Kamdi, M. Pingle, S. Rajebhosale A. Bhosale, Intelligent surveillance system using energy efficient intrusion detection and tracking techniques, Proceedings of the 2nd International conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA 2018), IEEE Conference Record # 42487, 2018.
- [4] Matthews, V. O. and Noma-Osaghae, Etinosa and Uzairue , Stanley Idiake, An Analytics Enabled Wireless Anti-Intruder Monitoring and Alarm System, 2018.
- [5] E. Amewornu, Design of wireless home security alarm system, 2016.
- [6] Nae I., Petrescu M. G, Tehnici moderne în conducerea și supravegherea proceselor tehnologice.
- [7] Kalgaonkar, K., Raj B., Types of Motion Sensing with focus on Acoustic Doppler sonar for gait recognition. În Proceedings of the 2007 IEEE Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance-Volume 00.IEEE Computer Society Washington, DC, 2007.
- [8] L. Dong, L. Qin, W. Xu, H. Jiang, Detection Method for Vehicles in Tunnels Based on Surveillance Images, International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS), 2017.
- [9] Legea 333/2003, privind paza obiectivelor, bunurilor, valorilor și protecția persoanelor, 2003.
- [10] HG 301 pentru aprobarea Normelor Metodologice de aplicare a legii nr. 333/2003 privind paza obiectivelor, bunurilor, valorilor și protecția persoanelor, 2012.
- [11] <https://www.paradox.com/Products/default.asp>.
- [12] <http://www.chauvin-arnoux.com/en/produit/CA8336>.
- [13] YolandeStrengers, LarissaNicholls, Convenience and energy consumption in the smart home of the future: Industry visions from Australia and beyond, 2017.
- [14] L.A. Greening, D.L. Greene and C. Difiglio, Energy efficiency and consumption — the rebound effect — a survey, Elsevier Energy Policy, 2000.
- [15] M. Dayarathna, Y. Wen, R. Fan, Data center energy consumption modelling: A survey, IEEE Communication Surveys & Tutorials, 2016.
- [16] R. Esfandiari, Numerical methods for engineers and scientists using MATLAB, 2017.
- [17] YW Kwon, H Bang, The finite element method using MATLAB, 2018.
- [18] Y Chen, P Gao, Z Li, Design of Security Alarm System Based on LoRa Technology, 2018.
- [20] Legea 307/2006 privind apărarea împotriva incendiilor.

**MINISTRY OF EDUCATION
VALAHIA UNIVERSITY OF TÂRGOVIȘTE
IOSUD – DOCTORAL SCHOOL OF ENGINEERING SCIENCES
DOMAIN: ELECTRICAL ENGINEERING**

**CONTRIBUTIONS ON MODELING AND
ANALYSIS OF THE ELECTRICAL
CHARACTERISTICS OF SECURITY SYSTEMS**

- ABSTRACT -

**PhD Supervisor:
Prof. Dr. Eng. Horia Leonard ANDREI**

**PhD Student:
Eng. Valentin ION**

**TÂRGOVIȘTE
2021**

Table of Contents

Chapter 1. Introduction. Security Systems. Background	5
1.1. History of Alarm Systems.....	5
1.2. History of Video Surveillance Systems	5
Chapter 2. The Structure and Functionality of Security Systems	6
2.1. Introductory Concepts Concerning the Protection of Objectives, Goods and Information	6
2.1.1. Risks and Threats.....	6
2.1.2. The Security Concept (Definition, Key Elements).....	6
2.2. The Structure of Security Systems.....	7
Chapter 3. The Characteristics and Architecture of the Security Systems.....	8
3.1. The Anti-Intrusion Alarm System.....	8
3.1.1. The Architecture of Alarm Systems.....	8
3.1.2. The Detector	8
3.1.3. Types of Detectors	9
3.2. The Closed Circuit Television System.....	10
3.2.1. The Architecture of CCTV Systems	10
3.2.2. Classification of CCTV Systems	11
Chapter 4. Analysis of the Energy Consumption of Residential Security Systems	13
4.1. Case Study no.1	13
4.1.1. Designing of the Residential Security System	13
4.1.2. Description of the Anti-Intrusion Alarm System	14
4.1.3. Description of the CCTV System	14
4.1.4. The Data Acquisition Process	14
4.1.5. Assessments of the Security System	16
4.2. A Measuring Device for the Electrical Characteristics of Security Systems...	17
4.2.1. The Components of the Measuring Device	17

4.2.2. The Block Diagram of the Measuring Device.....	17
4.2.3. The Functioning Principle.....	18
Chapter 5. Modeling the Electrical Characteristics of Components of Residential Security Systems.....	20
5.1. Modeling the Electrical Characteristics of the Alarm Systems Components. Case Study no.2	20
5.1.1. Designing the Alarm System	20
5.1.2. The Data Acquisition Process of the Alarm System	21
5.1.3. The analysis of the Electrical Characteristics of the Alarm System.....	22
5.1.4. Modeling the Electrical Characteristics of the Alarm System.....	27
5.2. Modeling the Electrical Characteristics of the CCTV System	32
5.2.1. Designing the CCTV System.....	32
5.2.2. The Data Acquisition Process of the CCTV system.....	33
5.2.3. The Analysis of the Electrical Characteristics of the CCTV System	34
5.2.4. Modeling the Electrical Characteristics of the CCTV System	35
Chapter 6. Economic and Financial Analysis of Security Systems	40
6.1. Market Statistics for Security Systems	40
6.2. The Cost of Equipment for Residential Security Systems	40
6.2.1. The Average Cost of a Residential Alarm System.....	41
6.2.2. The Average Cost of a Residential Video Surveillance System.....	41
6.2.3. The Average Cost of a Residential Security System.....	41
6.3. The Annual Cost in Terms of Energy Consumption.....	41
6.4. The Annual Maintenance Costs	42
6.5. The Total Cost of a Residential Security System.....	42
Chapter 7. Conclusions.....	43
Publications	46
Selective references	47

ACKNOWLEDGEMENTS

The research carried out and the preparation of this doctoral thesis would not have been possible without the support and guidance of some special people who have been with me throughout this scientific endeavor and who have contributed to my training as a researcher. At the end of the doctoral period, I feel honored to express my sincere thanks and the deepest consideration to all those wonderful people who have provided me with scientific advice, support and help throughout this time.

To Mr. Prof. Dr. Eng. Horia Leonard ANDREI

(PhD Supervisor),

Under whose guidance I have drawn up this doctoral thesis, my particular gratitude and my sincerest thanks for the discreet and inspired advice he offered me, for the patience and understanding with which I have been treated, for the gentleness with which I have been guided in my professional development, and, last but not least, for granting me his trust and for the excellent collaboration we had.

To the thesis advisory committee: Mr. Prof. Dr. Eng. Dinu COLȚUC,

Mr. Prof. Dr. Eng. Nicolae VASILE

and Mr. Prof. Dr. Eng. Valentin DOGARU-ULIERU,

My deepest respect and highest gratitude for the priceless time given, for the valuable scientific suggestions offered, as well as for the permanent and competent guidance in the elaboration of this doctoral thesis.

To my good friend Asst. Prof. Dr. Eng. Emi DIACONU,

My full gratitude and the sincerest of thanks for the moral and motivating support provided during this time, which undoubtedly contributed to my development as a researcher.

To my fellow authors,

Special thanks for the great collaboration and for all the efforts made in drafting and publishing the articles in scientific journals.

To my family,

Last but not least, special thanks for their love, patience and unconditional support, for the love and warmth we share, for the unparalleled help they have offered me.

Chapter 1. Introduction. Security Systems. Background.

1.1. History of Alarm Systems

The desire for the protection and security of goods and life dates back to hundreds of years. The historian William Greer stated that the idea of alerting against thieves became clear as soon as man had set value on life and property and learned that he could lose both in an instant through fire, theft or use of force.

As early as 386 BC, historians noticed that Romans used geese to warn them of dangers. A story of that time tells how intruders managed to pass by the sleepy guards and dogs, but they were detected by a distinguished officer Marcus Manilius who was awakened by the noise caused by the geese left on the perimeter of the inner court.

Before any modern alarm was invented, pets or guard dogs were known to be those alerting the landlords about intruders who dared enter their territory. Different device sizes are now available to meet people's needs, the security system can be remotely controlled, and event alerts and notifications can be received directly on the smartphone.

1.2. History of Video Surveillance Systems

The first CCTV system was installed by Siemens AG at the VII test stand in Peenemünde, Nazi Germany, in 1942 to observe the launch of V-2 missiles. In 1949, the first commercial closed circuit television system, known as Vericon, became available in the US.

Since 1995, an increasing number of cameras have been installed in various public spaces, including housing areas, schools and public parks by police departments across the country. Video surveillance has subsequently come to be a phenomenon often found in commercial premises and banks to discourage theft, precisely because of the recording of evidence of criminal activity. In 1998, New York had in use 3000 surveillance systems.

Over recent years, surveillance cameras with an ultra-resolution and a variety of lenses have been introduced into the professional security market. In 2015, 4K high resolution cameras appeared on the market. Today, there are video surveillance cameras that are equipped with artificial intelligence, which process and analyze captured video images. They can go from the recognition of license plates to facial recognition by accessing databases. Other features implemented include people count, geofence intrusion alerts, lost luggage.

Today, surveillance cameras are installed everywhere on the street corner, in front of every ATM, in buses, in malls, largely to discourage crime and increase the safety and security of citizens. Residential users of video surveillance systems can be connected via the internet with their mobile phone to the recording devices and can view live images of the supervised space.

Chapter 2. The Structure and Functionality of Security Systems

2.1. Introductory Concepts Concerning the Protection of Objectives, Goods and Information

2.1.1. Risks and Threats

A **threat** is a potential hazard to be highlighted depending on the nature of the process to be protected and the characteristics of the environment to which it belongs and which, if materialized, can lead to disastrous **consequences**. Threat measurement is carried out by means of a study of the intentions and capabilities of potential opponents. **Vulnerability** means either an area of the action referred to, with a visible or high level of threat, or an environment conducive to imprudence or delinquency which may lead to disastrous repercussions.

Risk (Figure 1) is defined as the probability of occurrence and the capability to face a **hazard**, an unexpected situation or to bear a loss, a failure in the action taken. The risk can be seen as an estimate of the likelihood that a threat will make successful use of a vulnerability and lead to a disastrous outcome.



Figure 1. Risk, hazard and consequences correlation

2.1.2. The Security Concept (Definition, Key Elements)

In terms of both insecurity and instability, insecurity touches on many aspects of everyday life (social, economic, political, military etc.). By helping to characterize the quality of a system, **security** is precisely the ability of the system to preserve its construction-functional characteristics under the influence of destructive factors that could endanger both the environment and the life of people at risk or cause material, informational or moral damage.

Security is the only concept that can respond to the needs of safety and stability, required for the optimum operation of systems under the current conditions of almost exponential risk multiplication.



Figure 2. Security desiderates

As a developing process, security has as its main objective **the stability of systems**. It has distinct legislation, advanced technological support and it is based on strategies, rules, methodologies, processes, actions and specialized institutions capable of providing safety services, protection, monitoring and conditions for the viability of the systems and their users. The efficiency of processes and systems is possible in conjunction with security, the latter being an essential component of quality.

2.2. The Structure of Security Systems

A security system meeting the security requirements and objectives proposed [1] may consist of:

- detection and alarm subsystem;
- Surveillance subsystem-by-CCTV;
- access control subsystem;
- perimetral security subsystem;
- subsystem for the detection and warning of fires, floods, carbon dioxide, methane gas, toxic substances, drugs;
- security communication subsystem;
- dispatch subsystem;
- electrosupply subsystem.

Other categories of integrable subsystems:

- sound reinforcement and public address subsystem;
- pneumatic mail;
- detecting and signaling theft attempts in shopping centers;
- smart building management systems;
- protection of information breaches by radiant energy subsystems;
- network-limiting subsystems to stop malware and viruses;
- antitero security systems.

From the point of view of the specific components, the security system contains two fundamental parts: *the hardware component* (equipment, devices, installations, cables, etc.) and *the software element* (internal programs inserted into the dedicated security devices, dedicated security equipment and software).

Chapter 3. The Characteristics and Architecture of the Security Systems

3.1. The Anti-Theft Alarm System

Generally, that set of items that detects and signals an unauthorized penetration or a hazard condition is called an **alarm system**. Their applicability, both in residential and high-security areas, as well as the different degree of complexity have led to the retrieval of these systems in a variety of models. However, all these are based on the same operating principles [2].

3.1.1. The Architecture of Alarm Systems

The alarm systems can consist of (Figure 3) :

- **Detectors** - which take on a change in parameters of the environment they protect;
- **The Control Panel** - which processes information received from detectors and signals both locally, acoustically and optically, and remotely, the events produced. Practically, it is a programmable machine that, depending on the state of the system (armed/disarmed) and the conditions of the detectors, makes the decisions it has been programmed to perform;
- **Peripheral equipment** - command interfaces (keyboards, proximity readers), expansion modules, refueling modules, wireless modules;
- **Local warning devices** - Opto-acoustic sirens signaling the alarm condition.
- **Remote warning devices** – GSM, GPRS or IP Communicators that are capable of remotely transmitting alarm system states to dispatch or smartphone.

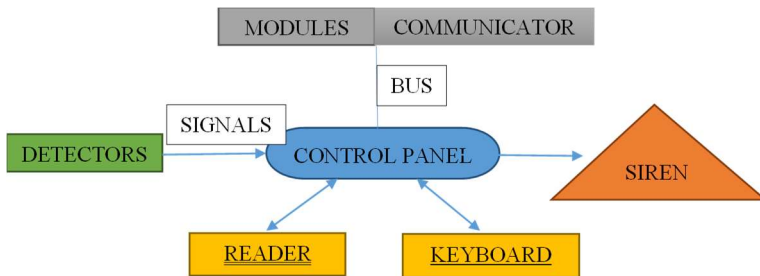


Figure 3. Block diagram of the alarm system.

3.1.2. The Detector

Detection of an event shall be performed by measuring and identifying parameters in the area under study. This system, which contains the parameter to be detected, interconnects directly or through the field with the system performing the measurement.

Passive detection involves the use of an existing parameter in the environment, which makes the detector an observer only, while *active detection* is the one that generates in the environment the parameter whose change involves the occurrence of an event.

3.1.3. Types of Detectors

The magnetic contact is generally used to protect doors and windows. This is the oldest sensor used in alarm systems. It's easy to use, durable and cheap. It consists of a reed relay and a magnet. It is an active type detector, the magnet generating the supervised field. When the contact opens, the status change is signaled and an event is generated. In high-security applications, it is only used as an additional control element, with its sabotage relatively easily achieved with an external magnet. They may be applied or built-in.

The infrared detector is a passive device that alarms when measuring a 10-15 cm displacement of a body with a difference in temperature from the environment of 3-5° [3]. The pyrotechnic component is the constructive element in the detector which is sensitive to infrared radiation in the thermal spectrum 8-14 μm . The opacity to IR radiation of windows, walls, doors gives this type of detector a great advantage, as it does not detect movement outside the protected space. The Fresnel lenses it uses are highly flexible in design, which creates a wide variety of applicability [4].

The active microwave detector is part of the active detectors category because it generates an electromagnetic field in the intended area of study. It senses any movement of bodies that reflect electromagnetic radiation, relying on the Doppler effect. There are detectors built in dual technology that combine both infrared detection and microwave detection.

The vibration detector operates, in most cases, on the basis of the principle of a piezoelectric effect. There are two main categories of vibration detection methods. The first category is based on mechanical detection of a metallic contact in response to mechanical force, and the second category uses acoustic detection by employing a microphone. These detectors are mainly used in wall protection applications for treasuries, safes, ATMs.

The broken glass detector uses acoustic detection, distinguishing the superior harmonics generated by a broken glass surface. It contains a microphone that captures ambient sounds that are then amplified and filtered. Detectors are calibrated according to the material of the glazed surface they protect, and are usually used in conjunction with other types of motion detectors. Their testing shall be carried out with specialized equipment dedicated to each type of detector [5].

The geophonic (seismic) detector has a similar function to vibration detectors. The frequency spectrum it analyzes distinguishes the 2 types of detectors. This detector analyzes subsonic spectrum between 4 and 6 Hz. They are mainly used in heavy, noisy traffic areas, protecting the outer walls.

Anti-masking detectors are typically used with dual technology, sensing obstruction by an object placed close to the sensor of the area under sensor surveillance. It has a low rate of false alarms, being used in high-security applications.

3.2. The Closed Circuit Television System

To ensure safety and security, over time, many institutions have started to view video surveillance systems as an essential component. The need for video surveillance and, by extension, event recording has developed in proportion to the increase in security risk. As a result, many institutions have chosen to introduce such systems not only for the strict purpose of supervision, but also for a wide range of applications. Integrating these applications into the security system brings with it live viewing, recording and playback elements after requested events, locally or remotely.

In its evolution, the video surveillance field had as starting point the television industry. The technology used in television has been adopted and used for the purpose of developing the CCTV industry. The basic principles of the video surveillance industry have changed over time, with further technical progress in electronics as well as in information technology, leaving behind the complete analogue system to move to a new, all-digital phase centered around the network concept.

3.2.1. The Architecture of CCTV Systems

In a video surveillance system, the following basic processes take place which can be described as follows(Figure 4):

- image acquisition and creating the video signal;
- the transmission of the video signal, using different media;
- viewing, storing, transforming and distributing the video signal.

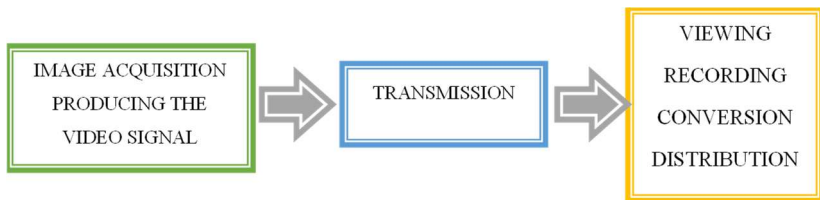


Figure 4. The interaction of processes in a CCTV system

In accordance with the steps specified above, a video surveillance system shall be composed of the following:

- video signal production element — lens and camcorder;
- video signal transmission element: coaxial cable, twisted pair, optical fiber;
- equipment for the reception, conversion and distribution of video signals. This equipment is very numerous and diverse.

3.2.2. Classification of CCTV Systems

4 categories of surveillance systems can be distinguished:

1. The entirely analog system

The first generation of surveillance systems was entirely analog (Figure 5). The cameras transmitted the signal in analog format, which was then switched and recorded using analog equipment such as the analogue video array and VCR (Video Cassette Recorder or TLR – time Lapse Recorder). The video tape represented the medium for storing the video signal.

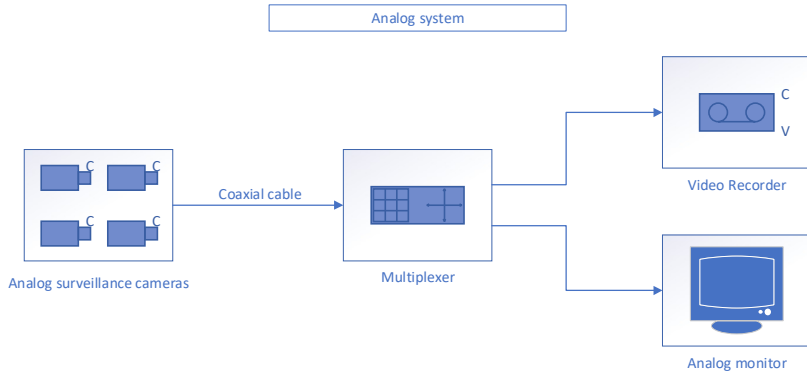


Figure 5. Entirely analog system

2. The analog system with digital recording

The transition to the digital recording system was a first step in the development of surveillance systems (Figure 32). Transmission via coaxial cable and the analog display on related devices have been kept, but the recording part has been digitalized.

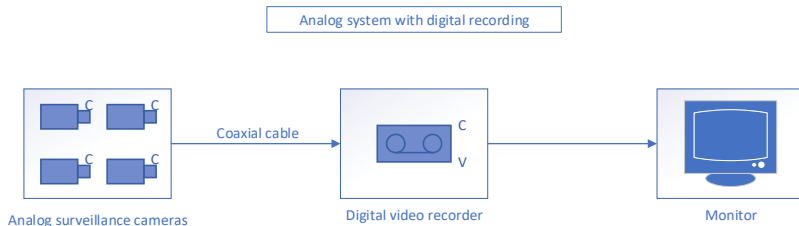


Figure 6. Analog system with digital recording

3. The hybrid analog/digital system

The inclusion of IP-enabled components into analogue systems was a new stage in the development of video surveillance systems, resulting in the emergence of hybrid systems (Figure 7). These elements are IP cameras, video servers, decoders, hybrid DVRs (supporting analog signals as well as data stream from IP cameras or video servers).

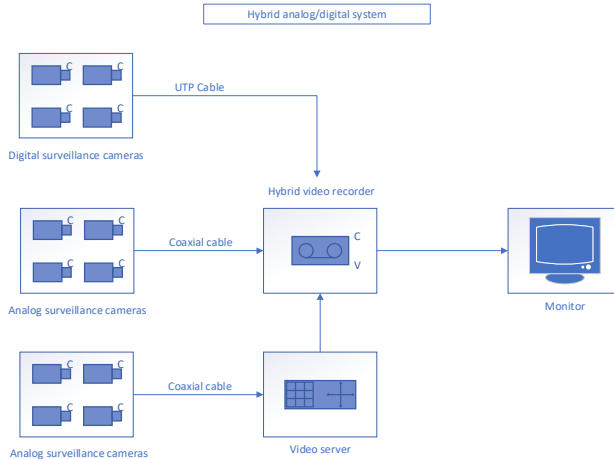


Figure 7. Hybrid analog/digital system

4. The entirely digital system

The fully digital system is the fourth-generation system, based on network technologies and TCP/IP protocol (Figure 8). It is the camera that produces the digital video signal and the resulting data stream is, in fact, a string of bits transmitted through internet protocols [6]. Using this feature, it is now possible to distribute the flow of data to multiple storage centers, which form a matrix-type network [7]. Compared to second- and third-generation systems, this type of system offers several advantages that make them a preferred option for CCTV engineers and specialists [8].

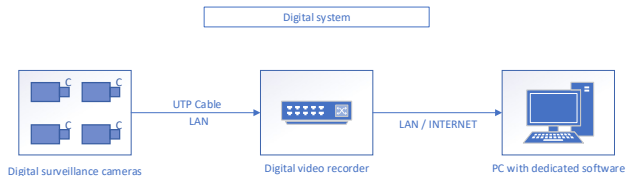


Figure 8. Entirely digital system

Chapter 4. Analysis of the Energy Consumption of Residential Security Systems

4.1. Case Study no.1

4.1.1. Designing of the Residential Security System

The field of security systems is constantly developing and expanding due to the growing need to ensure the security of goods and people. In this respect, there are also legislative measures also in place [9] which, in some countries of the European Union, go as far as obliging citizens to install a security system.

The most common and, at the same time, effective security systems are the intrusion alarm system and the video surveillance system. Each of the two systems has its advantages and disadvantages, so the expert recommendation is to install them together in order to increase the protection of goods and/or persons. The video surveillance system is designed to identify intruders by using safety cameras with different technical specifications, while the intrusion alarm system is designed to detect a break-in by using proximity sensors, broken glass sensors, vibration, magnetic contacts, etc. [10].

I propose a case study to analyze, energetically, a security system consisting of a CCTV system and an intrusion alarm system installed in a residential building. The building chosen to implement the security system and analyze its consumption is a house of about 90 m² (Figure 9). The choice is influenced by statistical data at national level which say that over 59% of Romanian residential buildings have a surface between 50 m² and 99 m², an average number of 2,89 inhabitants and an average annual consumption of 1546,99 kWh per building. The implemented security system shall consist of:

- a video surveillance system;
- an alarm system.

All the employed equipment uses cutting-edge technology for both motion detection (in the case of an intrusion alarm system) and image recording (in the case of video surveillance system) and power efficiency. For the second case, significant progress has been made in reducing the power consumption of surveillance cameras by improving infrared lighting technology.

Up to 7-8 years ago, approximately 40 IR LEDs were used for this type of camcorder, while current technology uses only two LEDs with better illumination results during the night. Equally, the quality of captured images has increased from resolutions of 420 TV lines to resolutions of up to 8 megapixels without increasing the power consumption of the camera.

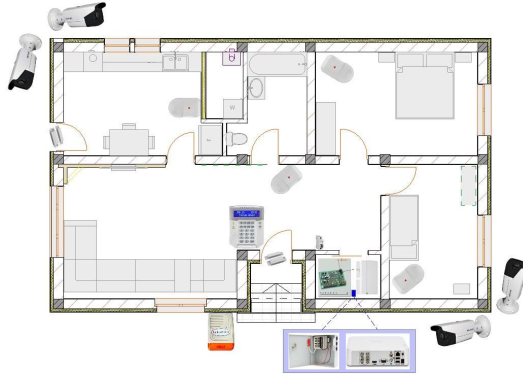


Figure 9. The security plan of the building

4.1.2. Description of the Alarm System

The implemented anti-intrusion alarm system consists of the following equipment:

- an MG5050 PARADOX anti-theft station [11];
- a K32LCD PARADOX keyboard;
- 4 NV5-(PIR) PARADOX proximity sensors;
- 2 TANE SM35 WH magnetic contacts;
- an outdoor siren PS128;
- a GSM PCS 250 communicator;
- one 12V/7,2Ah battery.

4.1.3. Description of the CCTV System

The implemented video surveillance system shall consist of the following equipment:

- a Hikvision DS-7104HQHI-K1 Digital video recorder;
- 4 Hikvision cameras DS-2CE16D0T-IT3, 2.8mm lens, 1080p resolution, 40m infrared light;
- one Western Digital WD10PURX 1TB hard disk;
- a 12V/10A power supply;
- one 12V/7,2Ah back-up battery.

4.1.4. The Data Acquisition Process

The security system was installed in a house of about 90m², with the four surveillance cameras mounted externally to provide perimetral security, and the four presence sensors mounted inside, one in each room that has glazed exterior spaces. The two magnetic contacts were installed on each of the two outer doors. According to current regulations, the system was powered from a dedicated electrical circuit,

completely separated from the other circuits in the house that provide power to lighting, electrical appliances and any other external and/or internal consumer.

The measurement was carried out directly in the fuse holder on a 6A fuse used for the security system circuit (Figure 10). Viewing of data acquired by the CA-8336 measuring device and converting it to *.xlsx format has been performed using the DataView software, which is compatible with the equipment CHAUVIN ARNOUX [12]. Measurements and data acquisition have been performed over 24 hours per system, which is the time needed to observe all consumption variations.

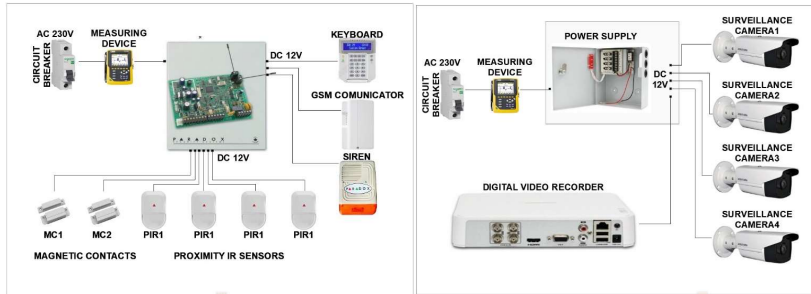


Figure 10. The data acquisition process for the alarm system and the CCTV system

From the values obtained, the following conclusions are drawn:

- For the video surveillance system, the variation in consumption is given by the luminous intensity outside. When night falls, the infrared lights of the safety cameras are switched on and, as a result, the power is increased. During the day, they do not work and the camera's consumption is reduced.
- For the alarm system upon intrusion, the consumption variation is given by the process of arming and disarming, the movement of people in the house during the time when the system is disarmed, the signal of an intrusion (when the outdoor siren starts and the GSM communicator sends the possibility of an intruder to the dispatch). Intrusion is defined both as criminal activity and a false alarm (e.g. a pet forgotten in the house, open windows, omit of disarmament when the owner enters the building).

The sampling period has been set at 1 second, but due to the constant values recorded by the measuring device, we have chosen to make an arithmetic mean of the acquired values every 2 minutes (120 samples). The collected values have allowed us to obtain daily consumption averages for both each system and the security system as a whole.

	The average power consumed by CCTV system(W)		The average power consumed by the alarm system(W)	The average power consumed by the entire security system(W)
		Average		
Day	18,708	23,433	4,777	23,485
Night	28,158			32,935
24 hours	23,669		4,777	28,446

Table 1. Values obtained from the acquisition process

The total electricity consumption measured [13]: over 24 hours for the entire security system was 683Wh. Considering the small time difference between the day-to-day operation of the system and the operating time in night mode, we can consider, with a negligible error, that the annual system consumption could be calculated as follows:

$$683\text{Wh} \times 365 \text{ days} = 249295\text{Wh} / \text{year} = 249,295\text{kWh} / \text{year}.$$

By comparing this consumption to the average annual consumption of 1546,99 kWh, we get about 16,11%. Thus, taking into account the approved tariff for Electrica Supply SA – Muntenia Nord region, on March 1, 2021 of 0,62221 RON/kWh VAT included, the implementation of such a security system will increase the yearly costs of electricity of the beneficiary by the sum of:

$$0,62221 \text{ RON} * 249,295 \text{ kWh/year} = 155,11 \text{ RON/year} \approx 31,52 \text{ euro}.$$

4.1.5. Assessments of the Security System

In this case study, the consumption of a security system for domestic households has been analyzed in the light of the impact on the public electricity distribution network and the additional consumption costs to be supported by the beneficiary.

The conclusions are as follows:

1. The implementation of a common security system, as described above, increases the consumption of a typical household building by about 16%. This percentage shall be low enough not to jeopardize the public electricity distribution network.
2. The electricity consumption of the security system is insignificant in relation to the value of RON/month (12,92 RON), for any owner of a residential building.
3. If, however, an economy of electricity consumption is desired, it can be chosen to fit only an alarm system upon intrusion, as we have shown, with very low consumption. However, this is not recommended by security engineers, who support the installation of both systems for a residential building.

4.2. A Measuring Device for the Electrical Characteristics of Security Systems

Recording the electrical characteristics of security systems involves the interaction of these systems with that system that measures parameters. The interaction shall be achieved either by direct contact or by electromagnetic field [14]. Each security device consumes less or more power depending on the different scenarios it is in. To measure the power consumed by each device, we have built a device that measures and stores the voltage and current values absorbed by each individual part of the security system.

4.2.1. The Components of the Measuring Device

The components of the measuring device can be found in the following table (Table 2).

Crt. No	Component	No. of items
1	Arduino MEGA 2560	1
2	Ethernet module	1
3	TFT LCD ISP 1.8" display	1
4	ASC712 current sensor	10
5	Voltage sensor (25V Max splitter)	8
6	220VAC Voltage sensor	2
7	Buzzer piezo 5V	1
8	Non-retainer buttons with LED indicator	4
9	Micro SD CARD module	1
10	LED 5 mm	2
11	Converter 0 bit analogue-digital ADC MCP3008	1
12	Analogue multiplex 16 inputs 74HS4097	2
13	Resistance 10 kOhm	7
14	Resistance 1 kOhm	3
15	Resistance 220 Ohm	2
16	Resistance 100 kOhm	2
17	Diode 1N4148	6
18	BC547 transistor	1
19	100nF capacitors	4
20	100uF capacitors	2

Table 2. The component list of the measuring instrument

4.2.2. The Block Diagram of the Measuring Device

The Arduino Mega 2560 development board, shown in Figure 11, is used to control and configure the measurement device. The absorbed current values are obtained from the ASC712 current sensors, while the voltage values are obtained from the 2 AC current sensors and the 8 voltage sensors. The values thus recorded are stored on the SD card and sent via the Ethernet mode interface to view the data in real time. The measuring device contains a 1,8" TFT type screen and a keyboard module that is used for configuration [15].

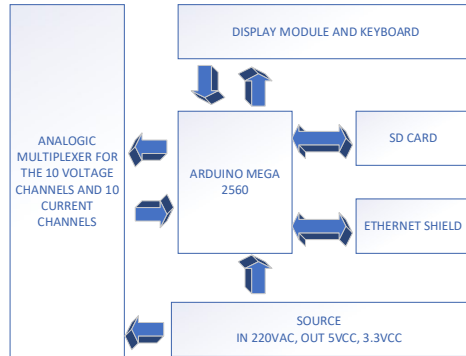


Figure 11. System block diagram

4.2.3. The Functioning Principle

The electronic board contains the 10 current sensors, 8 direct current voltage sensors and 2 AC voltage sensors. The signal from the sensors is collected by the analogue multiplexor device that is connected to the Arduino Mega 2560 board.

The measuring device, shown in Figure 12 to Figure 14, provides the user with the ability to measure and store voltage and current consumed for any security system. Up to 10 security devices can be connected, such as video surveillance cameras, digital recorders, infrared proximity detectors, smoke detectors, gas detectors, humidity detectors, anti-intrusion centers.

The sensors measure the values of the connected devices and send the data to Arduino Mega 2560 via analogue multiplexers. The latter stores the acquired data on an SD card and sends it over Ethernet to an Internet page that is customized for viewing the real-time data from any web-browser application.

This real-time monitoring process of user-connected device data makes the data acquisition process much more efficient. This data can also be viewed in real time on the 1,8-inch LCD screen installed on the side (Figure 14).

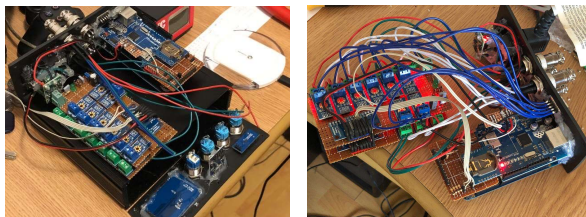


Figure 12. Stages of construction of the measuring device



Figure 13. The measuring device



Figure 14. Values recorded during the data acquisition process. Web interface.

During the data acquisition process, both the keyboard and the infrared presence detectors have a power consumption that can be characterized by linear type (Figure 15).

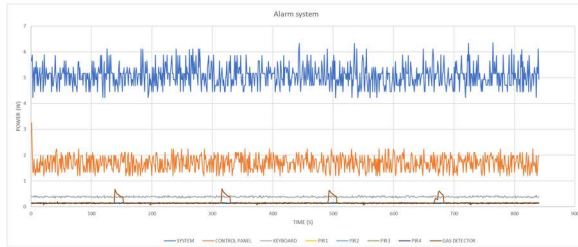


Figure 15. The power graphs of the components of the alarm system measured

The proposed measuring instrument provides very good measurement accuracy for the alarm conditions of the security system, making it particularly effective for remote data transmission using the web interface. It is a necessary requirement for the two-way communication of security systems in a modern architecture of smart homes. Thus, the energy signature of the consumptions of each component of the security system can be used remotely, in addition to the alarm condition itself, when identifying the condition of the system.

As in stand-by state the meter's measurement accuracy is lower due to very low current values, another data acquisition system will be proposed in the next chapter. Increasing the accuracy of measurements at very low values of the electrical parameters of the security systems will be one of the major objectives of the further development of the proposed apparatus using well-known sensors.

Chapter 5. Modeling the Electrical Characteristics of Components of Residential Security Systems

More and more residential architectural projects include, from the very first stage, the integration of a security system designed to meet the need for safety. Moreover, any intelligent home project necessarily contains a security system connected to the Internet.

Security systems shall be adapted to the needs of the beneficiary and may be of different complexity from detection of unauthorized intrusion of persons to detection of undesirable events such as smoke, gas, flood.

The data acquisition system used for the proposed residential security system consists of: a National Instruments PCI-6289 acquisition plate, the National Instruments SCC-68 extension; the LabVIEW Signal Express software.

The data gathered as a result of the data acquisition process have been introduced and processed into the Matlab and PyCharm mathematical modeling programs. The results thus obtained will be presented and compared in this chapter.

The method of approximating the polynomial functions has been based on the use of the *"polyfit"* function from the program library [16], [17]. The calculated root error is given by the relationship in the equation below, where the SSE is the sum of the square errors, the SSR is the sum of square regressions and the SST is the total sum of the squares:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (1)$$

The coefficient of determination (equal to the square of the multiple correlation coefficient) can be considered, expressed as a percentage, as the proportion of the variation of the dependent variable explained by the variation of independent variables: the percentage of Y's variation is explained by the X variables. With the "plot" function we have represented the points of the measured values for each part of the security system. Then, we have modeled the electrical performance characteristic for each of them. We have used this method to obtain the best approximation for the electrical characteristics of the safety system components.

5.1. Modeling the Electrical Characteristics of the Alarm Systems Components. Case Study no. 2

5.1.1. Designing the Alarm System

Choosing the components of the residential anti-intrusion alarm system has been based on the justified experience of over 14 years in the design and implementation of security systems.

In the light of the growing demand, in addition to the detection of unauthorized persons entering the private space of beneficiaries, we considered it

beneficial to introduce elements to detect undesirable events with a major impact in the life of the beneficiaries.

Thus, the alarm system designed for a common house comprises the following components: control panel, keyboard, remote control, siren, magnetic contact, passive infrared movement detector, smoke detector, methane gas and carbon monoxide detector, flood detector (Figure 16).

According to Law 333 of 8 July 2003 and its implementing rules, the alarm system must be provided with energy independence of at least 24 hours [18], [19], and 30 minutes respectively for the closed circuit television system. Therefore, it will also be equipped with a battery backup if power is stopped from the national distribution network. At the same time, the closed-circuit television system will store images for a minimum period of 20 days.

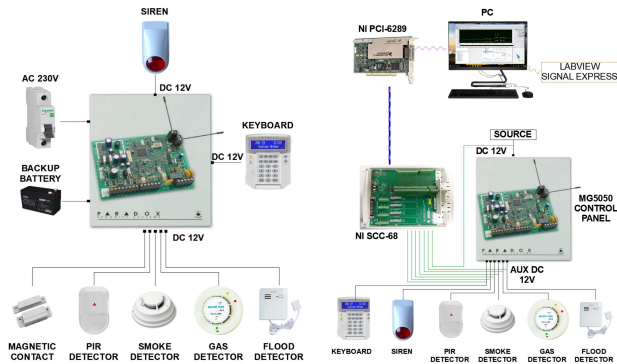


Figure 16. Block diagram of the studied alarm system (left). Block diagram of the alarm system data acquisition (right).

5.1.2. The Data Acquisition Process of the Alarm System

All detection devices as well as the input (keyboard) and output (siren) elements are powered at 12VDC, $\pm 15\%$. The SCC-68 terminal block from National Instruments is interposed between the power source of the elements, in our case the AUX terminals from the control panel, and the National Instruments PCI-6289 acquisition board. After the elements have been sequentially initialized, the sampling period is of 24 hours. (Figure 17). In order to increase the accuracy of the recorded data, we have chosen the terminal setting type to be differential. We have selected a 18Ah battery as the control panel power supply to decrease the probability of error. We have opted to record the samples at a frequency of 3 Hz (3 samples/sec). Approximately 260.000 records have resulted for each channel.

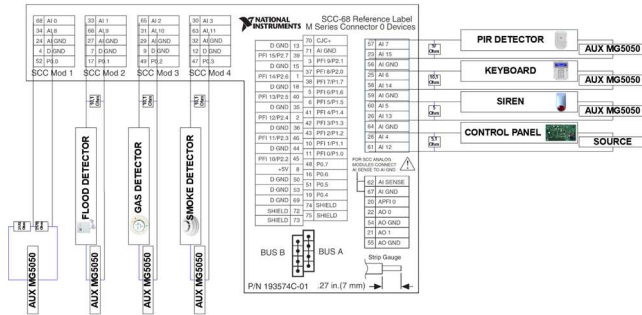


Figure 17. Terminal block SCC-68 wiring diagram for the studied alarm system

5.1.3. The analysis of the Electrical Characteristics of the Alarm System

5.1.3.1. The Control Panel

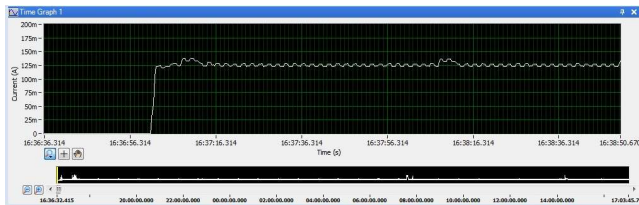


Figure 18. Control-panel initialization graph.

After power is supplied, the control panel graph stabilizes to power consumption values between 120mA and 135mA (Figure 18). In the first part of the graph, we can observe the peaks in the initialization period of the components. Relevantly, we can then see the peak values created by the important events that triggered the siren (Figure 19).

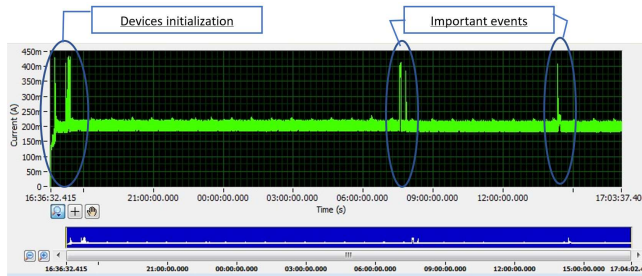


Figure 19. Control panel current consumption graph for a period of 24 hours

Over the sampling period chosen of 24 hours, the calculated average power is 2,3183W. The electricity consumed in this period is 54.64Wh.

5.1.3.2. The Passive Infrared Motion Detector

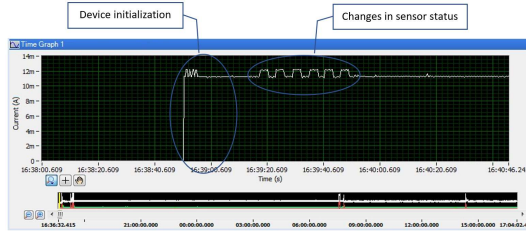


Figure 20. Passive infrared motion detector initialization graph

After the passive infrared detector is powered, the graph stabilizes at a consumed current value between 11mA and 12.5mA. The peak values created by changing the detector status from standby to alarm condition can be observed (Figure 20). After initializing the PIR detector, the control panel current increases proportionally to the current absorbed by the PIR detector.

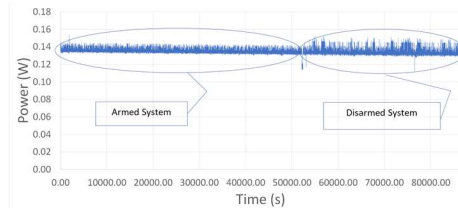


Figure 21. Passive infrared motion detector power consumption graph for a period of 24 hours

In the chosen sampling period of 24 hours, the calculated average power is 0.1389W. The electricity consumed during this period is 3.23Wh. In the first half of the power consumption, we can observe a power consumption that seems to be filtered. In fact, the system is in its armed state and, in the second part of the graph, the state of the system is disarmed. (Figure 21).

5.1.3.3. The Smoke Detector

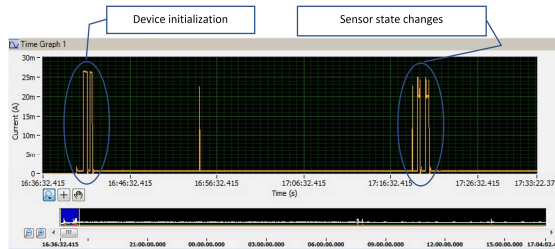


Figure 22. Smoke detector initialization graph.

When the smoke detector is powered on, the graph stabilizes at current consumption values up to 1mA. We may observe the consumed current peak values of up to 27mA created by the change of the detector state, from the standby state to the alarm state. (Figure 22). After initializing the smoke detector, the control panel current increases proportionally to the current drawn by the smoke detector.

In the chosen sampling period of 24 hours, the calculated average power is 0.0083W. The electricity consumed during this period is 0.20Wh.

5.1.3.4. The Methane Gas and CO Detector

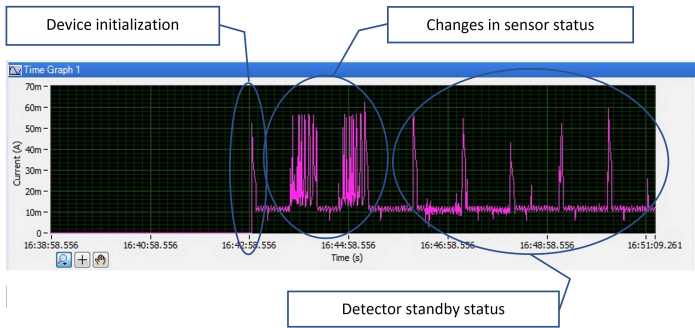


Figure 23. Methane gas and CO detector initialization graph

After powering up the gas and carbon monoxide detector, the graph stabilizes at a consumed current value between 10mA and 13mA. In the standby state, at a regular period of up to 1 minute the power consumption increases with value peaks of 50-60mA (Figure 23). In the chosen period of 24 hours, the calculated average power is 0,1611W. The electricity consumed during this period is 3.86Wh.

5.1.3.5. The Flood Detector

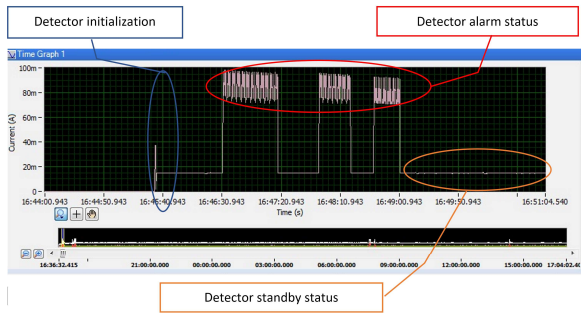


Figure 24. Flood detector initialization graph

After powering up the flood detector, the graph stabilizes at a consumed current value between 14mA and 16mA. In alarm state, the current consumption increases between 71mA and 98mA (Figure 24).

After changing the flood detector status from standby to alarm condition, the control panel current increases proportionally to the current drawn by the flood detector.

In the chosen sampling period of 24 hours, the calculated average power is 0.1764W. The electricity consumed during this period is 4.23Wh.

5.1.3.6. The Keyboard

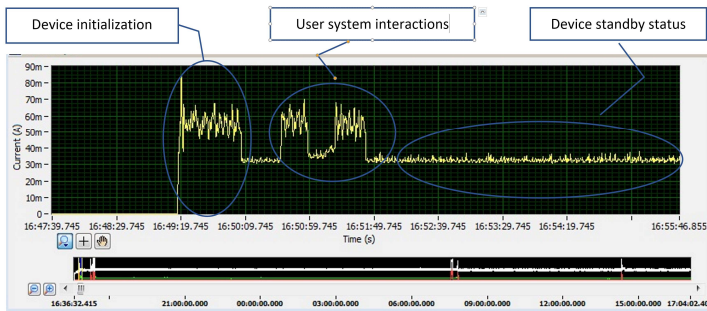


Figure 25. Keyboard initialization graph. Various keyboard states

After powering up the system, the keyboard graph stabilizes at a consumed current value between 29mA and 38mA. We can observe the peak values created by changing the state of the keyboard when querying the system. When the user uses the keyboard, the current consumption of the keyboard is between 45mA and 70mA (Figure 25). After initializing the keyboard, the control panel current increases proportionally to the current drawn by the keyboard.

In the chosen sampling period of 24 hours, the calculated average power is 0.4100W. The electricity consumed during this period is 9.84Wh.

5.1.3.7. The Siren

After the siren is supplied, the standby current tends to 0. We can observe the peak values created by the changing state of the alarm at the time of arming and disarming the system. The control panel is programmed to make a short notification beep when the system is armed or disarmed. When the siren changes its standby state, the current consumed by it reaches peak values of 230mA - 250 mA (Figure 26).

It can be noted the increase in control panel current proportional to the current drawn by the siren. With the highest power consumption of the component elements, the siren graph aggressively impacts the control panel graph.

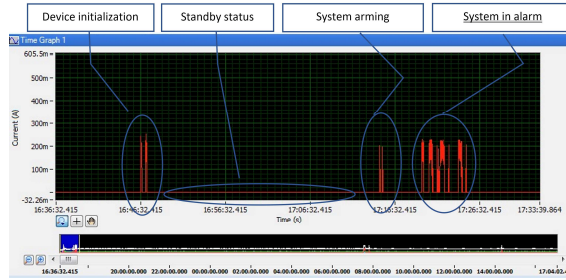


Figure 26. Siren initialization graph. Various siren states.

Within the period of 24 hours, the calculated average power is 0.0082W. The electricity consumed during this period is 0.19Wh. An important mention is that this electricity consumption is largely given only by the triggering of the alarm which has been in active state for a cumulative time of about 360s.

5.1.3.8. The Power Supply

Usually, a 16.5VAC transformer of 40 VA is used to power the control panel. In order to be able to measure and record the data with the PCI-6289 acquisition board from National Instruments and the terminal block SCC-68, we replaced it with an 18Ah battery, connected to the terminals of the control panel. (Figure 27).

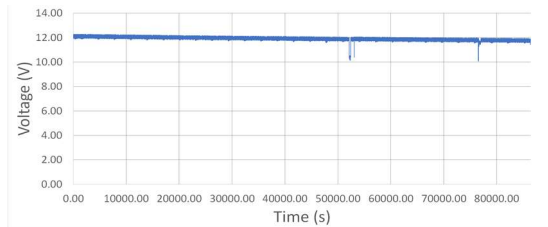


Figure 27. Voltage graph at the AUX terminals of the control panel in 24 hours

5.1.3.9. Assessments Concerning the Analysis of the Electrical Characteristics of the Alarm System

In Figure 28 the currents consumed by the components of the alarm system are represented. We graph the following currents: I Plate_ai4 = Control panel current;

- I Siren_ai5 = Siren current;
- I Keyboard_ai6 = Keyboard current;
- I PIR1_ai7 = Infrared proximity sensor current;
- I Smoke_ai3 = Smoke detector current (optical);
- I Gas_ai2 = Methane gas and carbon monoxide detector current;
- I Humid_ai1 = Flood detector current.

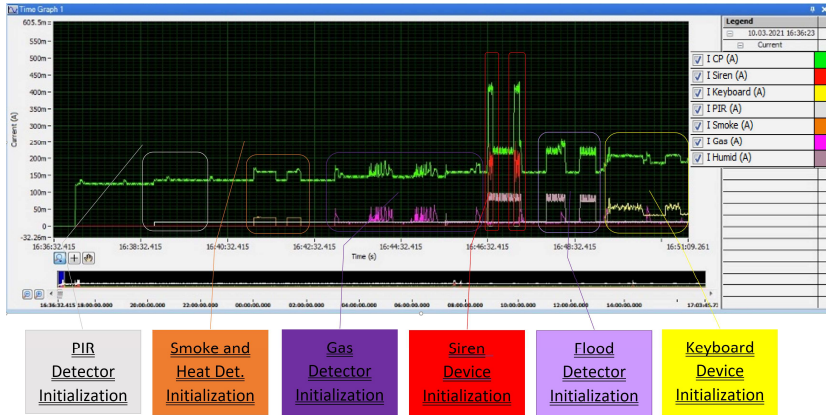


Figure 28. Devices current graph during the initialization period

It can be noted how the graph of the control panel faithfully takes over any variation of the elements connected to its auxiliary terminals. It creates a map that can be discovered and analyzed in terms of electrical parameters. A redundancy can be created regarding the knowledge of the state of the system taking into account this mapping determined by the electrical parameters of the component elements.

5.1.4. Modeling the Electrical Characteristics of the Alarm System

In alarm systems, most of the elements that make up the chosen system stand in the standby state. The system is of high interest when the detectors change their waiting state to the alarm state. There are detectors which are programmed in the panel configuration to announce the alarm status regardless of the state of the general system (armed or unarmed) such as smoke, temperature, gas, carbon dioxide detectors, moisture and there are detectors which are programmed to announce the alarm status only when the system is armed by the user. Therefore, of the almost 260.000 samples acquired for each detector, we have decided to select only the samples that reflect the passage of items from standby to alarm condition and their subsequent return to standby. Modeling across the entire data set would have resulted in a linear function with gross errors.

Given the fact that the power supply to the elements is the panel itself, and that the sensors have changed to an alarm condition at different times, the behavior of the alarm panel (control panel) is also shown for each element modeled below.

5.1.4.1. The Passive Infrared Motion Detector

In the case of the passive infrared motion detector, the number of samples selected is close to 30. Changing from standby to alarm condition and then returning to standby, together with the approximation function, can be seen in Figure 29. The red

line represents the set of measured values while the blue line represents the approximation function returned by the Matlab program for the passive infrared detector (left) and the control panel for the selected range (right).

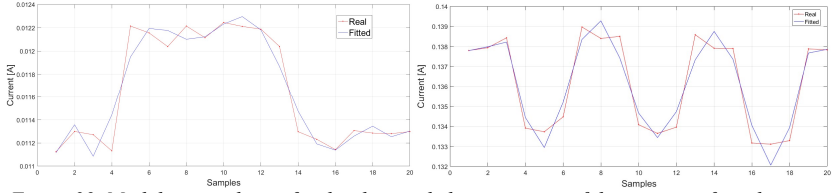


Figure 29. Matlab interpolation for the electrical characteristics of the passive infrared motion detector (left) and of the control panel (right)

	Utilized software	Approximate polynomial function	Calculated square error
PIR DETECTOR	Matlab	$P(x) = -5.340969e^{-12}x^{10} + 6.361950e^{-10}x^9 - 3.246833e^{-8}x^8 + 9.285798e^{-7}x^7 - 1.633959e^{-5}x^6 + 1.828088e^{-4}x^5 - 1.297873e^{-3}x^4 + 5.658362e^{-3}x^3 - 1.410027e^{-2}x^2 + 1.765487e^{-2}x^1 + 3.033913e^{-3}$	0.925465
	Pycharm	$P(x) = -1.51645040e^{-11}x^{10} + 1.43454421e^{-9}x^9 - 5.76165707e^{-8}x^8 + 1.27780317e^{-6}x^7 - 1.70355415e^{-5}x^6 + 1.39180078e^{-4}x^5 - 6.78883913e^{-4}x^4 + 1.82094487e^{-3}x^3 - 2.21306910e^{-3}x^2 + 8.36362156e^{-4}x^1 + 1.13098425e^{-2}$	0.930540
CONTROL PANEL	Matlab	$P(x) = 1.173275e^{-10}x^{10} - 1.2820804e^{-8}x^9 + 5.998818e^{-7}x^8 - 1.569809e^{-5}x^7 + 8.41911204e^{-5}x^6 + 2.518401e^{-4}x^5 - 2.554683e^{-3}x^4 + 1.632282e^{-2}x^3 + 1.407300e^{-1}x^2 - 1.569405e^{-1}x^1 + 2.035259e^{-1}$	0.905500
	Pycharm	$P(x) = 1.10908198e^{-10}x^{10} - 9.88276024e^{-9}x^9 + 3.66938222e^{-7}x^8 + 7.32238501e^{-6}x^7 + 8.41911204e^{-5}x^6 - 5.50052334e^{-4}x^5 + 1.81545483e^{-3}x^4 + 1.72232456e^{-3}x^3 - 3.60907733e^{-3}x^2 + 4.33132482e^{-3}x^1 + 1.37945962e^{-1}$	0.903066

Table 3. Results from modeling the electrical features for the PIR detector and the control panel

5.1.4.2. The Smoke Detector

In the case of the smoke detector, the number of samples selected is close to 150. Changing from standby to alarm condition and then returning to standby, together with the approximation function, can be seen in Figure 30. The red line represents the set of measured values while the blue line represents the approximation function returned by the Matlab program for the smoke detector (left) and the control panel for the selected range (right).

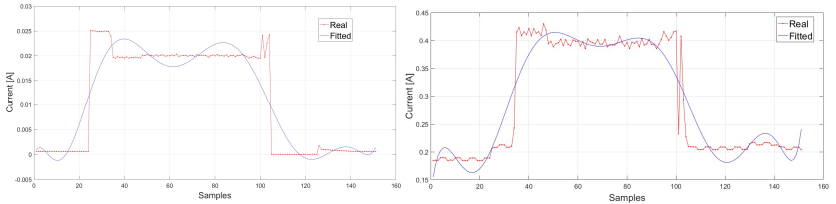


Figure 30. Matlab interpolation for the electrical characteristics of the smoke detector (left) and of the control panel (right)

	Utilized software	Approximate polynomial function	Calculated square error
SMOKE DETECTOR	Matlab	$P(x) = -3.393056e^{-20}x^{10} + 3.433867e^{-17}x^9 - 1.417268e^{-14}x^8 + 3.140515e^{-12}x^7 - 4.095234e^{-10}x^6 + 3.214677e^{-8}x^5 - 1.480234e^{-6}x^4 + 3.662705e^{-5}x^3 - 3.940171e^{-4}x^2 + 1.360571e^{-3}x - 6.668693e^{-5}$	0.860593
	Pycharm	$P(x) = -3.18994627e^{-20}x^{10} + 3.20791902e^{-17}x^9 - 1.30327667e^{-14}x^8 + 2.81984347e^{-12}x^7 - 3.55754636e^{-10}x^6 + 2.66620604e^{-8}x^5 - 1.14450554e^{-6}x^4 + 2.49539266e^{-5}x^3 - 1.91086169e^{-4}x^2 + 6.29143051e^{-5}x + 1.59963317e^{-3}$	0.859595
CONTROL PANEL	Matlab	$P(x) = 8.658442e^{-19}x^{10} - 5.484527e^{-16}x^9 + 1.362212e^{-13}x^8 - 1.578827e^{-11}x^7 + 6.041279e^{-10}x^6 + 6.041279e^{-8}x^5 - 6.497034e^{-6}x^4 + 2.828202e^{-4}x^3 - 5.211267e^{-3}x^2 + 3.647667e^{-2}x + 1.232462e^{-1}$	0.902350
	Pycharm	$P(x) = 6.72447783e^{-19}x^{10} - 3.80608872e^{-16}x^9 + 7.62372521e^{-14}x^8 - 4.27734712e^{-12}x^7 - 6.84252676e^{-10}x^6 + 1.33810642e^{-7}x^5 - 9.59037138e^{-6}x^4 + 3.33187802e^{-4}x^3 - 5.21052883e^{-3}x^2 + 2.98896945e^{-2}x + 1.53623532e^{-1}$	0.902924

Table 4. Results from modeling the electrical features for the smoke detector and the control panel

5.1.4.3. The Methane gas and CO detector

In the case of the methane gas and CO detector, the number of samples selected is of almost 290. Within this range, it can be noticed the changing from standby to alarm condition and then returning to standby. This event together with the approximation function, can be seen in Figure 31. The red line represents the set of measured values while the blue line represents the approximation function returned by the Matlab program.

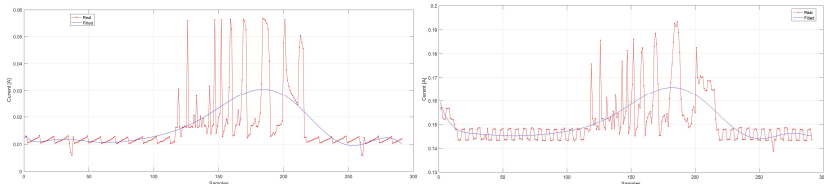


Figure 31. Matlab interpolation for the electrical characteristics of the methane gas and CO detector (left) and of the control panel (right)

	Utilized software	Approximate polynomial function	Calculated square error
GAS DETECTOR	Matlab	$P(x) = 7.947150e^{-23}x^{10} - 1.174292e^{-19}x^9 + 7.324587e^{-17}x^8 - 2.516378e^{-14}x^7 + 5.218929e^{-12}x^6 - 6.745168e^{-10}x^5 + 5.406144e^{-8}x^4 - 2.569067e^{-6}x^3 + 6.561915e^{-5}x^2 - 7.470034e^{-4}x + 1.383592e^{-1}$	0.383955
	Pycharm	$P(x) = 8.17064142e^{-23}x^{10} - 1.19218254e^{-19}x^9 + 7.33388290e^{-17}x^8 - 2.48067420e^{-14}x^7 + 5.05343661e^{-12}x^6 - 6.39343839e^{-10}x^5 + 4.98956596e^{-8}x^4 - 2.28638758e^{-6}x^3 + 5.52068393e^{-5}x^2 - 5.67558382e^{-4}x + 1.28266871e^{-1}$	0.383723
CONTROL PANEL	Matlab	$P(x) = 1.054870e^{-22}x^{10} - 1.528057e^{-19}x^9 + 9.370140e^{-17}x^8 - 3.178313e^{-14}x^7 + 6.555952e^{-12}x^6 - 8.542697e^{-10}x^5 + 7.090169e^{-8}x^4 - 3.684637e^{-6}x^3 + 1.151527e^{-4}x^2 - 2.009543e^{-3}x + 1.613651e^{-1}$	0.448453
	Pycharm	$P(x) = 1.16368603e^{-22}x^{10} - 1.67145379e^{-19}x^9 + 1.01644446e^{-16}x^8 - 3.41915206e^{-14}x^7 + 6.99134234e^{-12}x^6 - 9.01765624e^{-10}x^5 + 7.38117064e^{-8}x^4 - 3.75261947e^{-6}x^3 + 1.12974014e^{-5}x^2 - 1.85328283e^{-3}x + 1.58956552e^{-1}$	0.448323

Table 5. Results from modeling the electrical features for the methane gas and CO detector and the control panel

5.1.4.4. The Flood Detector

In the case of the flood detector, the number of samples selected is of almost 140. By analyzing the current consumption absorbed by the detector, it can be noticed the changing from standby to alarm condition and then returning to standby. This event together with the approximation function, can be seen in Figure 32 both for the flood detector and the control panel. The red line represents the set of measured values while the blue line represents the approximation function returned by the Matlab program.

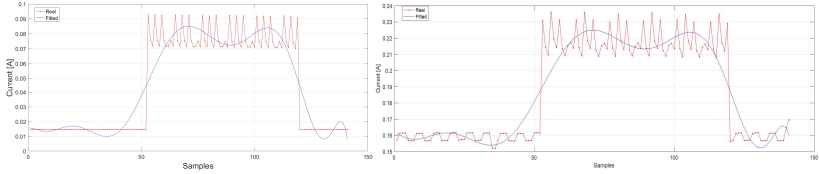


Figure 32. Matlab interpolation for the electrical characteristics of the flood detector (left) and of the control panel (right)

	Utilized software	Approximate polynomial function	Calculated square error
FLOOD DETECTOR	Matlab	$P(x) = -1.079746e^{-18}x^{10} + 7.180789e^{-16}x^9 - 1.999554e^{-13}x^8 + 3.020880e^{-11}x^7 - 2.681141e^{-9}x^6 + 1.414412e^{-7}x^5 - 4.286799e^{-6}x^4 + 6.893769e^{-5}x^3 - 5.002702e^{-4}x^2 - 1.084368e^{-4}x^1 + 1.492458e^{-2}$	0.871901
	Pycharm	$P(x) = -1.06868518e^{-18}x^{10} + 6.88454594e^{-16}x^9 - 1.84723623e^{-13}x^8 + 2.66753592e^{-11}x^7 - 2.23332103e^{-9}x^6 + 1.08538029e^{-7}x^5 - 2.88916737e^{-6}x^4 + 3.63781578e^{-5}x^3 - 1.28539726e^{-4}x^2 - 5.50555845e^{-4}x^1 + 1.62462742e^{-2}$	0.871110
CONTROL PANEL	Matlab	$P(x) = -9.110140e^{-19}x^{10} + 6.030106e^{-16}x^9 - 1.666613e^{-13}x^8 + 2.488310e^{-11}x^7 - 2.166638e^{-9}x^6 + 1.106248e^{-7}x^5 - 3.154535e^{-6}x^4 + 4.452102e^{-5}x^3 - 2.189049e^{-4}x^2 - 3.568816e^{-4}x^1 + 1.615074e^{-1}$	0.863787
	Pycharm	$P(x) = -8.52962423e^{-19}x^{10} + 5.42647606e^{-16}x^9 - 1.42845886e^{-13}x^8 + 2.00113517e^{-11}x^7 - 1.59083973e^{-9}x^6 + 6.99573203e^{-8}x^5 - 1.45848626e^{-6}x^4 + 4.95235824e^{-6}x^3 + 2.44838275e^{-4}x^2 - 2.54760370e^{-3}x^1 + 1.63726674e^{-1}$	0.863099

Table 6. Results from modeling the electrical features for the flood detector and the control panel

5.1.4.5. The Keyboard

In the case of the keyboard, the number of samples selected is close to 120. By analyzing the current consumption absorbed by the keyboard, it can be noticed the changing from standby to alarm condition and then returning to standby. This event together with the approximation function, can be seen in Figure 33 both for the keyboard (left) and the control panel (right). The red line represents the set of measured values while the blue line represents the approximation function returned by the Matlab program.

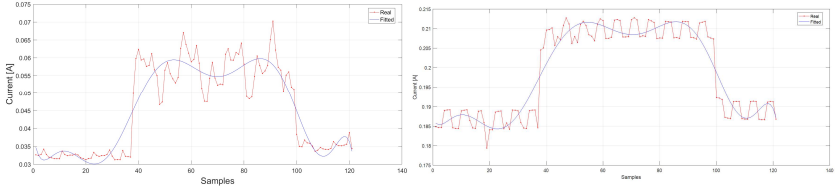


Figure 33. Matlab interpolation for the electrical characteristics of the keyboard (left) and of the control panel (right)

	Utilized software	Approximate polynomial function	Calculated square error
SIREN	Matlab	$P(x) = 1.192458e^{-19}x^{10} - 1.670758e^{-16}x^9 + 6.956177e^{-14}x^8 - 1.399716e^{-11}x^7 + 1.579935e^{-9}x^6 - 1.049665e^{-7}x^5 + 4.077639e^{-6}x^4 - 8.791118e^{-5}x^3 + 9.577518e^{-4}x^2 - 4.439938e^{-3}x + 3.829336e^{-2}$	0.844737
	Pycharm	$P(x) = 2.93451020e^{-19}x^{10} - 2.72905557e^{-16}x^9 + 9.54097014e^{-14}x^8 - 1.72130623e^{-11}x^7 + 1.78637389e^{-9}x^6 - 1.10057933e^{-7}x^5 + 3.95478221e^{-6}x^4 - 7.76623523e^{-5}x^3 + 7.44629949e^{-4}x^2 - 2.80598312e^{-3}x + 3.47007511e^{-2}$	0.843976
CONTROL PANEL	Matlab	$P(x) = -4.22366e^{-20}x^{10} - 4.577939e^{-17}x^9 + 3.151748e^{-14}x^8 - 7.465646e^{-12}x^7 + 9.061906e^{-10}x^6 - 6.191885e^{-8}x^5 + 2.384908e^{-6}x^4 - 4.849085e^{-5}x^3 + 4.546300e^{-4}x^2 - 1.434824e^{-3}x + 1.868063e^{-1}$	0.898655
	Pycharm	$P(x) = 3.39657758e^{-20}x^{10} - 9.39603608e^{-17}x^9 + 4.32986023e^{-14}x^8 - 8.85110814e^{-12}x^7 + 9.77832825e^{-10}x^6 - 6.16772930e^{-8}x^5 + 2.18366278e^{-6}x^4 - 3.98043456e^{-5}x^3 + 3.14388624e^{-4}x^2 - 6.79789987e^{-4}x + 1.86321034e^{-1}$	0.897480

Table 7. Results from modeling the electrical features for the keyboard and the control panel

5.1.4.6. The Siren

In the case of the siren, the number of samples selected is close to 150. By analyzing the current consumption absorbed by the siren, it can be noticed the changing from standby to alarm condition and then returning to standby. This event together with the approximation function, can be seen in Figure 34 both for the siren (left) and the control panel (right). The red line represents the set of measured values, while the blue line represents the approximation function returned by the Matlab program.

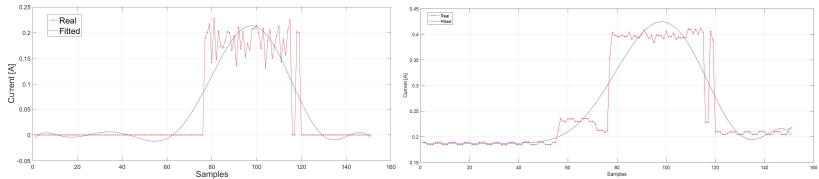


Figure 34. Matlab interpolation for the electrical characteristics of the siren (left) and of the control panel (right)

	Utilized software	Approximate polynomial function	Calculated square error
KEYBOARD	Matlab	$P(x) = 2.195662e^{-19}x^{10} - 1.452257e^{-16}x^9 + 3.722455e^{-14}x^8 - 4.395290e^{-12}x^7 + 1.732869e^{-10}x^6 + 1.186762e^{-8}x^5 - 1.528887e^{-6}x^4 + 6.182575e^{-5}x^3 - 1.087225e^{-3}x^2 + 7.494490e^{-3}x^1 - 1.302728e^{-2}$	0.821735
	Pycharm	$P(x) = 1.76731967e^{-19}x^{10} - 1.07495134e^{-16}x^9 + 2.35165374e^{-14}x^8 - 1.73633818e^{-12}x^7 - 1.23872667e^{-10}x^6 + 3.10550928e^{-8}x^5 - 2.20171900e^{-6}x^4 + 7.23086704e^{-5}x^3 - 1.09401498e^{-3}x^2 + 6.29096795e^{-3}x^1 - 7.20816131e^{-2}$	0.821393
CONTROL PANEL	Matlab	$P(x) = 2.994223e^{-19}x^{10} - 2.251079e^{-16}x^9 + 7.020720e^{-14}x^8 - 1.179038e^{-11}x^7 + 1.162056e^{-9}x^6 - 6.918695e^{-8}x^5 + 2.489176e^{-6}x^4 - 5.238427e^{-5}x^3 + 5.953550e^{-4}x^2 - 3.102889e^{-3}x^1 + 1.920855e^{-2}$	0.875803
	Pycharm	$P(x) = 2.99689933e^{-19}x^{10} - 2.19327777e^{-16}x^9 + 6.62787101e^{-14}x^8 - 1.07122158e^{-11}x^7 + 1.00620112e^{-9}x^6 - 5.63107511e^{-8}x^5 + 1.86880842e^{-6}x^4 - 3.51976672e^{-5}x^3 + 3.37662526e^{-4}x^2 - 1.29105847e^{-3}x^1 + 1.87912788e^{-2}$	0.875351

Table 8. Results from modeling the electrical features for the siren and the control panel

5.1.4.7. Assessments Concerning the Modeling of the Electrical Characteristics of the Alarm System

The chosen method of mathematically modeling the electrical characteristics of the elements of an alarm system using the Matlab program is thus verified with the Pycharm program.

The very close results thus obtained using the two programs reinforce the right choice in modeling the electrical characteristics of the alarm system.

Except for the methane gas detector, with this modeling method, using the Matlab and Pycharm software, we achieved root error results between 0,82 and 0,93.

5.2. Modeling the Electrical Characteristics of the CCTV System

5.2.1. Designing the CCTV System

More than half of the surveillance systems that are installed by the beneficiaries of common residential houses contain a maximum of 4 analogue video cameras. Thus, for our study, we considered designing a closed circuit television system containing a 4-channel digital video recorder and 4 camcorders. As the cost is higher for digital IP devices versus analogue ones, we have chosen analogue devices for this study. We have chosen camcorders with a 1920 x 1080 resolution, going on the same lower price selection criterion, coupled with the current higher sales share of this type of equipment (Figure 35).

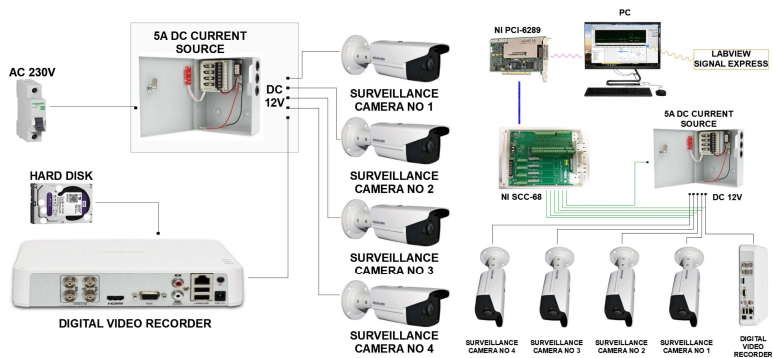


Figure 35. Block diagram of the studied closed circuit television system. Block diagram of the data acquisition process of the CCTV system

5.2.2. The Data Acquisition Process of the CCTV system

All the devices capturing images (camcorders) as well as the Digital recording and storage device (DVR) are powered at 12VDC, +/- 15%. The SCC-68 terminal block from National Instruments is interposed between the power supply of the elements, in our case the AUX terminals of the 5A power supply and the National Instruments PCI-6289 acquisition board. After the elements have been sequentially initialized, the sampling period is of 24 hours.

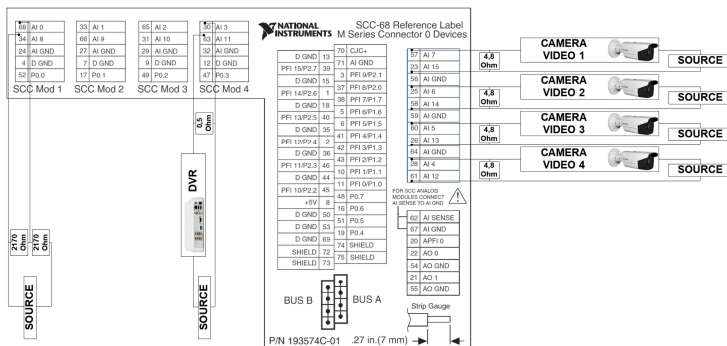


Figure 36. Terminal block SCC-68 wiring diagram for the CCTV system

In order to increase the accuracy of the recorded data, we have chosen the terminal setting type to be differential. We have selected as the power supply of the entire CCTV system a 5A source capable of supporting all components. We have picked to record the samples at a frequency of 0,5 Hz (1 sample / 2 sec). In a chosen 24-hour period, approximately 43.200 records per channel have been produced (Figure 36).

5.2.3. The Analysis of the Electrical Characteristics of the CCTV System

5.2.3.1. The Digital Video Recorder

Once powered on, the digital video recorder oscillates between 9.2W and 10.9W. It also has installed a 1TB hard drive used as image storage memory. Over the selected 24-hour sampling period, the calculated average power is 10.0841W. The electricity consumed in this period is 242,0189Wh.

5.2.3.2. The Video Surveillance Camera

Once the system is powered on, day power consumption of camcorders oscillates between 0.98 and 1.20W. At night, however, when the infrared is turned on, the power consumption of the camcorder ranges from 3.3W to 3.8W. In the selected 24-hour sampling period, the average power calculated and the electric power consumed by each of the 4 camcorders are noted in Table 9:

	Camera no. 1	Camera no. 2	Camera no. 3	Camera no. 4
24 hour average power (W)	2,5411	2,6437	2,5456	2,5716
Electricity consumed in 24 hours (Wh)	60,9878	63,4499	61,0948	61,7203

Table 9. The power and electricity consumed by the 4 cameras within a 24-hour period

5.2.3.3. The Power Supply

For a good functioning of the entire closed-circuit television system, we have selected a 5A, 12VDC power supply for both the digital video recorder and the 4 video cameras that complement the system. It should be noted that this source also has a backup, and the system will have a 7Ah battery attached for self-reliance in the case of electricity supply interruption from the distribution network.

5.2.3.4. Assessments Concerning the Analysis of the Electrical Characteristics of the CCTV System

In Figure 37 we can observe the power graph of the CCTV system equipment over the 24-hour sampling period.

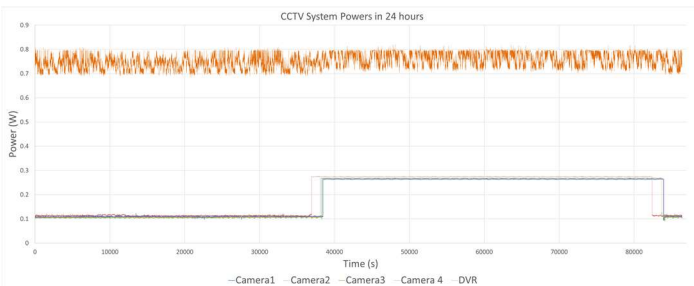


Figure 37. Power graph of the CCTV system equipment during the initialization period of the elements.

It is noticeable the day/night transition that produces major effects in the power variation of the video cameras. Thus, from a variation of day values between 1,3 and 1.6W, the power consumed by the camcorders increases at night with a variation between 3.3W and 3.8W. We can also see different infrared light camera moments that are not delayed for more than 40 minutes.

5.2.4. Modeling the Electrical Characteristics of the CCTV System

In order to obtain mathematical models, more specifically polynomial functions, we have used the MatLAB R2016a program and the *polyfit* function, given the ability of the latter to return the coefficients of a polynomial $P(x)$ grade n function that approximate with as little error as possible the set of values obtained from the data acquisition process.

I should mention that as a result of the procurement process, almost 43200 samples have been obtained for each component that has been analyzed. In any video surveillance system, the consumption is given by the surveillance cameras and DVR. The behavior of the safety cameras over 24 hours (a full day-night cycle) looks almost like a digital signal: low consumption during the day and, when the light sensor detects a decrease below a certain light level, high consumption by switching on the infrared light system.

Two cases have thus been analyzed and modeled:

1. **The night-day-night case** – a small set of samples from the dawn of the day with the IR system switched on, all daytime samples with the IR system switched off and a small set of samples after nightfall with the IR system switched on, as shown in Figure 38.

2. **The day-night-day case** - a small set of twilight samples with the IR system off, all night-time samples with the IR system on, and a small set of samples after sunrise with the IR system off, as presented in Figure 38.

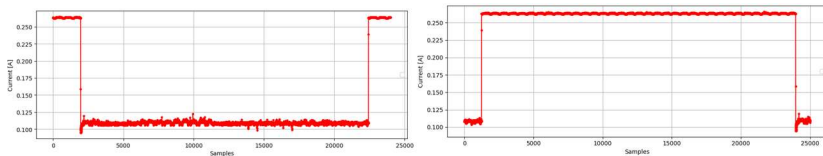


Figure 38. Camera no.1 current consumption graph in night-day-night cycle (left) and in day-night-day cycle (right)

5.2.4.1. The Digital Video Recorder

In the case of DVR, the data obtained from the acquisition process and presented in Figure 39 made it impossible to obtain an interpolated function, modelling across the whole data set causing gross errors.

The data observable in Figure 39 are generated by the variable power consumption of the hard drive and the DVR processor that fluctuate greatly depending on their usage, the characteristic of this system component being a digital one.

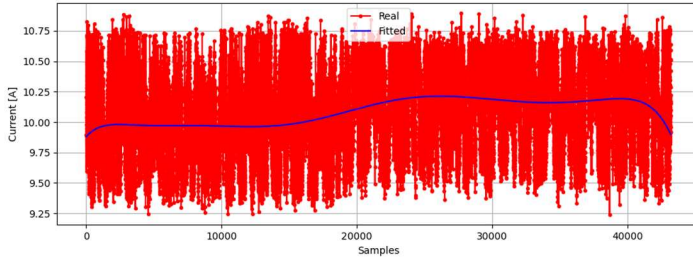


Figure 39. The 24 hour approximation graph of the DVR

Table 10 lists the polynomial functions and root errors calculated by the Matlab program and the Pycharm program respectively. The calculated errors are gross, resulting in the impossibility of modeling according to the chosen method.

	Utilized software	Approximate polynomial function	Calculated square error
DIGITAL VIDEO RECORDER	Matlab	$P(x) = -3.415784e^{-44}x^{10} + 7.519747e^{-39}x^9 - 7.073419e^{-34}x^8 + 3.699285e^{-29}x^7 - 1.172742e^{-24}x^6 + 2.308103e^{-20}x^5 - 2.787271e^{-16}x^4 + 1.985741e^{-12}x^3 - 7.744813e^{-9}x^2 + 1.432717e^{-5}x^1 + 7.303694e^{-1}$	0.180775
	Pycharm	$P(x) = -2.00550111e^{-43}x^{10} + 4.47027197e^{-38}x^9 - 4.27222397e^{-33}x^8 + 2.27724462e^{-28}x^7 - 7.38173281e^{-24}x^6 + 1.49197449e^{-19}x^5 - 1.86534495e^{-15}x^4 + 1.39955484e^{-11}x^3 - 5.93132430e^{-8}x^2 + 1.24478114e^{-4}x^1 + 9.88077984$	0.083463

Table 10. Results from modeling the electrical features for the DVR over a 24-hour period

5.2.4.2. The Video Surveillance Camera

5.2.4.2.1. The 24-Hour Cycle

The graphs in Figure 40 include the Mat lab and Pycham interpolations for video surveillance camera no.1 for a 24-hour cycle. The graphs are very similar and the resulting root errors (in Table 11) are very close together. Similar results have been achieved for surveillance cameras no.2, no.3 and no.4.

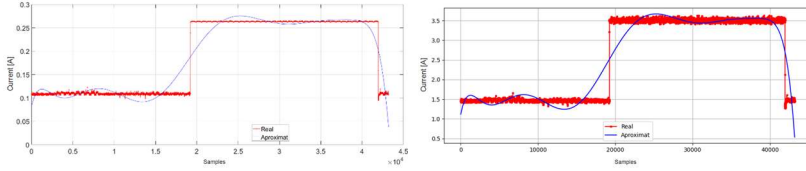


Figure 40. Matlab interpolation (left) and Pycharm interpolation (right) for the electrical characteristic of the video surveillance camera no.1 for a 24-hour cycle

Table 11 lists the polynomial functions and root errors calculated by the Matlab program and the Pycharm program respectively.

	Utilized software	Returned polynomial function	Calculated square error
VIDEO CAMERA NO. 1	Matlab	$P(x) = -3.225948e^{-43}x^{10} + 7.031167e^{-38}x^9 - 6.523559e^{-33}x^8 + 3.351191e^{-28}x^7 - 1.038171e^{-23}x^6 + 1.981334e^{-19}x^5 - 2.287832e^{-15}x^4 + 1.514424e^{-11}x^3 - 5.175895e^{-8}x^2 + 7.424757e^{-5}x^1 + 8.223136e^{-2}$	0.923836
	Pycharm	$P(x) = -4.25849789e^{-42}x^{10} + 9.28121687e^{-37}x^9 - 8.61064649e^{-32}x^8 + 4.42299110e^{-27}x^7 - 1.370055541e^{-22}x^6 + 2.61431589e^{-18}x^5 - 3.01800154e^{-14}x^4 + 1.99700668e^{-10}x^3 - 6.82121070e^{-7}x^2 + 9.77513819e^{-4}x^1 + 1.11868988$	0.923655
VIDEO CAMERA NO. 2	Matlab	$P(x) = -1.793555e^{-43}x^{10} + 4.016975e^{-38}x^9 - 3.806060e^{-33}x^8 + 1.980104e^{-28}x^7 - 6.144032e^{-24}x^6 + 1.157378e^{-19}x^5 - 1.294104e^{-15}x^4 + 8.105800e^{-12}x^3 - 2.551204e^{-8}x^2 + 3.250572e^{-5}x^1 + 1.038988e^{-2}$	0.911423
	Pycharm	$P(x) = -2.35137511e^{-42}x^{10} + 5.26665805e^{-37}x^9 - 4.98968949e^{-32}x^8 + 2.59513187e^{-27}x^7 - 8.04781588e^{-23}x^6 + 1.51453775e^{-18}x^5 - 1.69082455e^{-14}x^4 + 1.05651403e^{-10}x^3 - 3.31289240e^{-7}x^2 + 4.19511081e^{-4}x^1 + 1.40885618$	0.909693
VIDEO CAMERA NO. 3	Matlab	$P(x) = -3.140367e^{-43}x^{10} + 6.868064e^{-38}x^9 - 6.392848e^{-33}x^8 + 3.293581e^{-28}x^7 - 1.022793e^{-23}x^6 + 1.955468e^{-19}x^5 - 2.260224e^{-15}x^4 + 1.496135e^{-11}x^3 - 5.100991e^{-8}x^2 + 7.235978e^{-5}x^1 + 8.014215e^{-2}$	0.923547
	Pycharm	$P(x) = -4.14492484e^{-42}x^{10} + 9.06500577e^{-37}x^9 - 8.43762411e^{-32}x^8 + 4.34687526e^{-27}x^7 - 1.34978716e^{-22}x^6 + 2.58032243e^{-18}x^5 - 2.98183553e^{-14}x^4 + 1.97311140e^{-10}x^3 - 6.72319104e^{-7}x^2 + 9.52565686e^{-4}x^1 + 1.09026592$	0.923351
VIDEO CAMERA NO. 4	Matlab	$P(x) = -3.536327e^{-43}x^{10} + 7.672549e^{-38}x^9 - 7.083599e^{-33}x^8 + 3.620019e^{-28}x^7 - 1.115503e^{-23}x^6 + 2.117796e^{-19}x^5 - 2.433375e^{-15}x^4 + 1.603429e^{-11}x^3 - 5.451550e^{-8}x^2 + 7.736414e^{-5}x^1 + 8.137245e^{-2}$	0.927193
	Pycharm	$P(x) = -4.67498866e^{-42}x^{10} + 1.01418194e^{-36}x^9 - 9.36205434e^{-32}x^8 + 4.78365421e^{-27}x^7 - 1.47380043e^{-22}x^6 + 2.79738234e^{-18}x^5 - 3.21325645e^{-14}x^4 + 2.11642165e^{-10}x^3 - 7.9104989e^{-7}x^2 + 1.01929313e^{-3}x^1 + 1.10718869$	0.926891

Table 11. Results gathered from modeling the electrical characteristics of the 4 video surveillance cameras over a 24-hour period

5.2.4.2.1.2 The Night-Day-Night Case

The graphs in Figure 41 include the Matlab and Pycharm interpolations for the video surveillance camera no.1 for a night-day-night case. The graphs are very similar and the resulting root errors (Table 12) are very close together. Similar results have been achieved for surveillance cameras no.2, no.3 and no.4.

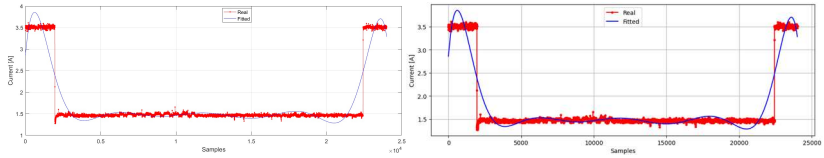


Figure 41. Matlab interpolation (left) and Pycharm interpolation (right) for the electrical characteristic of the video surveillance camera no.1 for a night-day-night case

Table 12 lists the polynomial functions and root errors calculated by the Matlab program and the Pycharm program respectively.

	Utilized software	Returned polynomial function	Calculated root error
VIDEO CAMERA NO. 1	Matlab	$P(x) = -1.431868e^{-40}x^{10} + 1.726892e^{-35}x^9 - 8.935296e^{-31}x^8 + 2.593338e^{-26}x^7 - 4.631059e^{-22}x^6 + 5.245780e^{-18}x^5 - 3.739347e^{-14}x^4 + 1.597483e^{-10}x^3 - 3.613353e^{-7}x^2 + 2.924448e^{-4}x^1 + 2.140073e^{-1}$	0.891490
	Pycharm	$P(x) = -1.89035435e^{-39}x^{10} + 2.27972400e^{-34}x^9 - 1.17950519e^{-29}x^8 + 3.42310234e^{-25}x^7 - 6.11231822e^{-21}x^6 + 6.92299555e^{-17}x^5 - 4.93433456e^{-13}x^4 + 2.10765398e^{-9}x^3 - 4.76598406e^{-6}x^2 + 3.85379570e^{-3}x^1 + 2.86058608$	0.891021
CAMERA VIDEO NR. 2	Matlab	$P(x) = -8.867126e^{-41}x^{10} + 1.036235e^{-35}x^9 - 5.184276e^{-31}x^8 + 1.449091e^{-26}x^7 - 2.473244e^{-22}x^6 + 2.638225e^{-18}x^5 - 1.718127e^{-14}x^4 + 6.246496e^{-11}x^3 - 9.424765e^{-8}x^2 + 4.613722e^{-5}x^1 + 3.039855e^{-1}$	0.877653
	Pycharm	$P(x) = -1.15566189e^{-39}x^{10} + 1.34959541e^{-34}x^9 - 6.74740672e^{-30}x^8 + 1.88469661e^{-25}x^7 - 3.21417148e^{-21}x^6 + 3.42490799e^{-17}x^5 - 2.22639864e^{-13}x^4 + 8.06175997e^{-10}x^3 - 1.19827950e^{-6}x^2 + 6.61408349e^{-4}x^1 + 4.05721389$	0.873654
CAMERA VIDEO NR. 3	Matlab	$P(x) = -1.574103e^{-40}x^{10} + 1.893839e^{-35}x^9 - 9.768916e^{-31}x^8 + 2.823696e^{-26}x^7 - 5.014253e^{-22}x^6 + 5.635557e^{-18}x^5 - 3.972828e^{-14}x^4 + 1.670166e^{-10}x^3 - 3.685088e^{-7}x^2 + 2.821754e^{-4}x^1 + 2.233828e^{-1}$	0.896232
	Pycharm	$P(x) = -2.08077768e^{-39}x^{10} + 2.50321553e^{-34}x^9 - 1.29109403e^{-29}x^8 + 3.73143948e^{-25}x^7 - 6.62519114e^{-21}x^6 + 7.44464748e^{-17}x^5 - 5.24680148e^{-13}x^4 + 2.20493976e^{-9}x^3 - 4.86215545e^{-6}x^2 + 3.71688686e^{-3}x^1 + 2.98547458$	0.895724
CAMERA VIDEO NR. 4	Matlab	$P(x) = -1.415001e^{-40}x^{10} + 1.699592e^{-35}x^9 - 8.763416e^{-31}x^8 + 2.536667e^{-26}x^7 - 4.522792e^{-22}x^6 + 5.122873e^{-18}x^5 - 3.659150e^{-14}x^4 + 1.571003e^{-10}x^3 - 3.586400e^{-7}x^2 + 2.948982e^{-4}x^1 + 2.158448e^{-1}$	0.898065
	Pycharm	$P(x) = -1.86745050e^{-39}x^{10} + 2.24276319e^{-34}x^9 - 1.15627113e^{-29}x^8 + 3.34656739e^{-25}x^7 - 5.96617173e^{-21}x^6 + 6.75710970e^{-17}x^5 - 4.82605873e^{-13}x^4 + 2.07185760e^{-9}x^3 - 4.72931292e^{-6}x^2 + 3.88650076e^{-3}x^1 + 2.88497032$	0.897172

Table 12. Results gathered from modeling the electrical characteristics of the 4 video surveillance cameras over a night-day-night cycle

5.2.4.2.1.3 The Day-Night-Day Case

The graphs in Figure 42 include the Matlab and Pycharm interpolations for the video surveillance camera no.1 for a day-night-day case. The graphs are very similar and the resulting root errors (Table 13) are closely resembling. Similar results have been achieved for surveillance cameras no.2, no.3 and no.4.

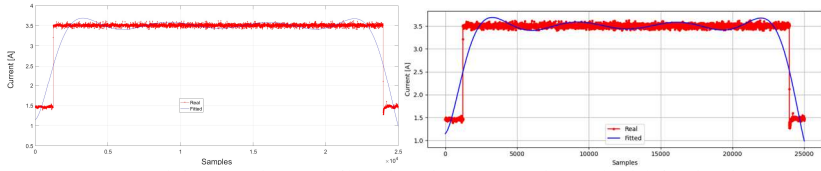


Figure 42. Matlab interpolation (left) and Pycharm interpolation (right) for the electrical characteristic of the video surveillance camera no.1 for a day-night-day cycle

Table 13 lists the polynomial functions and root errors calculated by the Matlab program and the Pycharm program respectively.

	Utilized software	Returned polynomial function	Calculated root error
CAMERA VIDEO NR. 1	Matlab	$P(x) = 6.739307e^{-41}x^{10} - 8.482665e^{-36}x^9 + 4.549566e^{-31}x^8 - 1.355815e^{-26}x^7 + 2.452412e^{-22}x^6 - 2.756632e^{-18}x^5 + 1.885424e^{-14}x^4 - 7.244699e^{-11}x^3 + 1.230609e^{-7}x^2 + 9.589973e^{-6}x^1 + 8.712135e^{-2}$	0.853261
	Pycharm	$P(x) = 8.90424683e^{-40}x^{10} - 1.12060636e^{-34}x^9 + 6.00926770e^{-30}x^8 - 1.79048794e^{-25}x^7 + 3.23792731e^{-21}x^6 - 3.63857777e^{-17}x^5 + 2.48766715e^{-13}x^4 - 9.55311142e^{-10}x^3 + 1.62056466e^{-6}x^2 + 1.32484010e^{-4}x^1 + 1.18010564$	0.852252
CAMERA VIDEO NR. 2	Matlab	$P(x) = 1.417275e^{-41}x^{10} - 1.173136e^{-36}x^9 + 2.675239e^{-32}x^8 + 4.213840e^{-28}x^7 - 3.348254e^{-23}x^6 + 7.383844e^{-19}x^5 - 8.468259e^{-15}x^4 + 5.458510e^{-11}x^3 - 1.918453e^{-7}x^2 + 3.258392e^{-4}x^1 + 7.985664e^{-2}$	0.876182
	Pycharm	$P(x) = 1.71465973e^{-40}x^{10} - 1.33857721e^{-35}x^9 + 2.32405132e^{-31}x^8 + 9.43877248e^{-27}x^7 - 5.18102093e^{-22}x^6 + 1.06876749e^{-17}x^5 - 1.19026420e^{-13}x^4 + 7.53568903e^{-10}x^3 - 2.61168221e^{-6}x^2 + 4.37424430e^{-4}x^1 + 1.09143115$	0.871824
CAMERA VIDEO NR. 3	Matlab	$P(x) = 7.112426e^{-41}x^{10} - 8.852160e^{-36}x^9 + 4.689328e^{-31}x^8 - 1.378115e^{-26}x^7 + 2.452597e^{-22}x^6 - 2.702491e^{-18}x^5 + 1.799732e^{-14}x^4 - 6.626508e^{-11}x^3 + 1.009961e^{-7}x^2 + 4.332927e^{-5}x^1 + 7.869119e^{-2}$	0.857220
	Pycharm	$P(x) = 9.40018225e^{-40}x^{10} - 1.16961424e^{-34}x^9 + 6.19387485e^{-30}x^8 - 1.81958489e^{-25}x^7 + 3.23678511e^{-21}x^6 - 3.56448898e^{-17}x^5 + 2.37183940e^{-13}x^4 - 8.72111200e^{-10}x^3 + 1.32434426e^{-6}x^2 + 5.84477803e^{-4}x^1 + 1.06749188$	0.856148
CAMERA VIDEO NR. 4	Matlab	$P(x) = 5.208661e^{-41}x^{10} - 6.491206e^{-36}x^9 + 3.435025e^{-31}x^8 - 1.005058e^{-26}x^7 + 1.771570e^{-22}x^6 - 1.915972e^{-18}x^5 + 1.229162e^{-14}x^4 - 4.138934e^{-11}x^3 + 4.219696e^{-8}x^2 + 1.017053e^{-4}x^1 + 7.209140e^{-2}$	0.845526
	Pycharm	$P(x) = 6.84337675e^{-40}x^{10} - 8.52525363e^{-35}x^9 + 4.50924131e^{-30}x^8 - 1.31852884e^{-25}x^7 + 2.32208085e^{-21}x^6 - 2.508103548e^{-17}x^5 + 1.60553593e^{-13}x^4 - 5.38059565e^{-10}x^3 + 5.34977578e^{-7}x^2 + 1.36752311e^{-3}x^1 + 9.79795244e^{-1}$	0.843507

Table 13. Results gathered from modeling the electrical characteristics of the 4 video surveillance cameras

5.2.4.3. Assessments of Modeling the Electrical Characteristics of the CCTV System

Having very similar results in modeling the electrical characteristics with the Matlab and Pycharm programs, it can be concluded that the interpolation achieved is correct. Excepting the digital video recorder, with a Boolean behavior, the results obtained in the three exposed situations are very good, reflected by the calculated square error values that are between 0,84 and 0,93.

Chapter 6. Economic and Financial Analysis of Security Systems

6.1. Market Statistics for Security Systems

The huge dimensioning of this domain is the foundation that led to the present analysis. The value of EUR 191 billion broadly reflects the entire security market. This includes the electronic and physical security market as well as the market of cybersecurity and of public and private services. As a global figure, the United States has the highest 40%, while Europe ranks second, with a value of 25-35% employing over 3,5 million people in both the public security and protection sector (1,96 million are policemen and firefighters) as well as in the private sector (1,54 million are security guards).

In Romania, in the registers of the Romanian Police, there are 2138 companies are operating in the field of alarm systems. The value of the local market is difficult to quantify due to the fragmentation and fluctuation of the firms operating in the domain, but it is most likely to reach a level of more than EUR 650 million.

Globally, the electronic security system market was valued at \$53,6 billion in 2020 and is expected to reach \$78,9 billion by 2025, calculated with an annual compound growth rate of 8% for the forecast period. ECORYS studies carried out for the European Commission show that European industry is dominant in number of participants through the many small and medium-sized firms (of around 95% with more than 700.000 employees), but it generates a much lower percentage of the \$67 billion of the global value estimated for 2021. The market is divided into integrated systems with 48%, services with 32% and electronics with 20%.

We have chosen this segment of residential area because, at present, electronic security products can be found in the homes of only 18% of those who own this type of housing. The market for these products exceeded 150 million RON.

6.2. The Cost of Equipment for Residential Security Systems

In Romania, out of the over 20.000 thefts a year (decreasing as compared to the previous years), two thirds of them take place in households while the other third occurs in commercial companies. Outside Romania's borders, such as the United States of America, monthly subscriptions ranging between \$30 and \$65 are charged by security companies that install security equipment in custody free of charge and also ensure protection through security agents' interventions.

In our country, at this point, it has not been implemented such a system of installing the equipment free of charge and paying a monthly subscription and, as a result, the beneficiary has to pay the entire investment.

6.2.1. The Average Cost of a Residential Alarm System

The average cost of the equipment used for the chosen alarm system is 1950,00 lei. Cables, mounting brackets and other small equipment cost about 250,00 lei, while the handiwork carried out by a licensed company is about 1050 lei. The total investment amounts to 3250 lei. The beneficiary can optionally decide on a subscription of a security company that will intervene with a unit at the protected location and the average cost is 100,00-150,00 lei per month.

6.2.2. The Average Cost of a Residential Video Surveillance System

The average cost of the equipment used for the video surveillance system is 1750,00 lei. Cable, mounting brackets and other small equipment cost about 400 lei, while the handiwork carried out by a licensed company amounts to about 900,00 lei. The total investment comes to 3050 lei. As an option, the beneficiary can choose a subscription of a security company that will intervene with a unit at the protected location, and the average cost is of 200,00 lei per each video camera monitored by the dispatcher.

6.2.3. The Average Cost of a Residential Security System

Security System	Components	Price (lei)	Total (lei)
Alarm system	Equipment	1950,00	3250,00
	Cable	250,00	
	Installing	1050,00	
Video surveillance system	Equipment	1750,00	3050,00
	Cable	400,00	
	Installing	900,00	
Total costs of the security system			6300,00

Table 14. The total cost of the residential security system

According to the presented data (in Table 14) a beneficiary of a residential security system has to assign a budget of about 6300,00 lei. Monthly subscriptions involving interventions by security staff are not included.

6.3. The Annual Cost in Terms of Energy Consumption

The residential alarm system is made of the anti-intrusion detection part by using passive infrared detectors and magnetic contacts on access doors and windows and the detection part of various phenomena which can cause significant material damage and possibly even human (it detects smoke, high temperatures, methane gas, carbon monoxide, flooding). Its dimensioning with 4 passive infrared detectors, a multi-rhythmic smoke and temperature detector, a multi-rhythmic methane gas and carbon monoxide detector and a flood detector led to an average power consumption of 3,6219 W. The energy consumption of this system over a day is around 0,0869 kWh and, taking into account one year, is 31,72 kWh per year.

The selected video surveillance system consists of a digital video recorder, a hard disk and 4 surveillance cameras. The average power consumed by it is 20,38 W and the energy consumption of this system over a day is approximately 0,4893 kWh. Referring to one year's time, the energy consumption is 178,58 kWh per year. The security system thus formed, integrating the two subsystems, has an annual energy consumption of 210,30 kWh.

Consequently, the annual total cost for the alarm system, calculated at a rate of 0,8275 lei per kWh, is of 26,25 lei. In the case of the video surveillance system, using the same competitive price, it results an annual total cost of 147,78 lei. The two systems together result in an annual cost of the security system of about 175,00 lei.

6.4. The Annual Maintenance Costs

For the alarm system, the annual maintenance costs consist of changing the accumulators that ensure the 24-hour power independence of the system and the intervention of the security technician. Optionally, the beneficiary can contract a monthly maintenance service of between 50,00 and 150,00 lei per month. The cost of the equipment replaced annually (the battery that provides the backup of the alarm switchboard and the one in the outdoor siren) amounts to 170,00 lei, and that of the handiwork to 120,00 lei. A similar analysis for the video surveillance system results in an annual cost of 85,00lei combined with an hour of intervention of a security technician of 120,00 lei. The annual cost of the cumulative maintenance of the security system is 495,00 lei.

6.5. The Total Cost of a Residential Security System

budget of a security system shall vary according to the needs of the beneficiary and the complexity and functionality of the protected objective. For the chosen residential security system, the costs are 6475,00 lei in the first year of operation and 670,00 lei in the years that follow (Table 15). In the case of correct operation and maintenance, the optimum operating time may exceed fifteen years.

From the second year of operation, we can approximate the operating cost to 9,66% of the initial investment made in the first year. In the first year of operation, the cost of the initial investment is not negligible, but it becomes sustainable if we refer to the average net monthly wage which is currently 3400,00 lei.

Year 1			Year I (i > 1)		
Investment (lei)	Energy consumption cost (lei)	Maintenance service cost (lei)	Investment (lei)	Energy consumption cost (lei)	Maintenance service cost (lei)
6300,00	175,00	0	0	175,00	495,00
Total = 6475,00 lei			Total = 670,00 lei		

Table 15. Cost of residential security system per year

Chapter 7. Conclusions

The extent and continuous development of the field of security systems stems from the high importance with which mankind treats the need to ensure the protection of material goods and, of course, of life. Many states that want a high level of safety for their citizens regulate by legislative decisions their obligation to install security systems. Romania also has a significant market for security systems for both for the business sector and for the private sector of residential owners. Regulation at the legislative level strengthens their increased importance and the need to spread them even more. Thus we find installed in people's homes both alarm systems that detect and signal unwanted events and video surveillance systems that store images so that you can identify intruders or events later.

The growing trend in smart house projects is leading to the classic anti-intrusion systems to be used both to signal the penetration of malicious persons and to detect various hazards such as smoke, fire, gas, flood and action. These alarm systems are complemented by video surveillance systems that provide real-time monitoring and image storage, as well as remote event transmission. Each of the systems has its own advantages and disadvantages, which is why the recommendation of specialists is to install these together, thereby increasing the protection of property and people.

Like electrical, thermal or sanitary installations, the modern architect projects by using specialists from the design phase and the installation of security systems. Thus, the interconnection of security systems with various existing installations in residential homes is achieved from the design stage, which integrates security elements into the architectural design.

On the security system market there are a variety of detectors, sensors, alarm equipment, camcorders, digital recorders, but the operating principles are the same. My experience in security systems has been the basis for the selection of the components of the security equipment under consideration.

A thorough knowledge of the energy consumption of security systems and a good analysis of electrical parameters lead to their correct sizing and design. All the more so, the impact of the deployment of these systems in houses that want to be energy independent can be calculated with high accuracy using the data from this work.

Original Contributions

In this paper we presented, designed and looked at common security systems, which can be found in residential houses. We started with the idea of improving this area in which we have been working for a long time and began by researching and studying in detail the characteristics, consumption and classification of security systems. Both alarm systems and video surveillance systems are a large and continuously growing area. That is why we have selected only those very important and highly spread security elements in the projects of current residential houses.

The personal contributions resulting from our analyses and research are:

- The sizing and design of the most sought security system in Romania for human housing based on my 14 years of experience in the field of security systems, both within the technical framework of the installer, as well as within the commercial framework of the distributor. The proposal is targeted towards the household consumer and helps him to manage his resources as well as possible.
- Energy monitoring and analysis of the anti-intrusion alarm system as well as the video surveillance system and their impact on both the consumer and the public distribution network.
- Identifying, monitoring and analyzing the electrical parameters of the elements of security systems in a second comprehensive study, in which we used data acquisition equipment of high accuracy.
- Modeling the electrical characteristics of the elements of the security systems using more than 2,5 million of recorded samples.
- Developing mathematical models, i.e. polynomial functions, for each component of the security system, using the Matlab program and the polynomial regression method. For the operating modes of the security elements, we have highlighted the polynomial functions resulting from their processing by mathematical calculation. With a few exceptions, we have got square errors between the values of 0,82 and 0,93.
- Validating mathematical models for each component of the security system using the Pycharm Community program.
- Creating a measuring device of the electrical parameters of the security systems. It may be adapted to both alarm systems and video surveillance systems. The data can be stored on both flash memory and tabular files following their design on the web interface.
- Analyzing the security systems in economic and financial terms. We have calculated the average cost of security equipment, the cost of energy consumption and the cost of maintenance services.

Future Research Directions

For continuous monitoring of the state of security systems, transmission of abnormal working conditions to authorized installers who maintain these systems and who may intervene at the objective or remotely, correcting errors found it may be implemented the measurement device already created. Increasing the accuracy of measurements at very low values of the electrical parameters of the security systems will be one of the major objectives of the further development of the proposed apparatus using well-known sensors.

Based on the results obtained, it can be developed a software relying on artificial intelligence which, by taking the recorded data and the modeled characteristics, can create the typologies of the correct operating modes and then differentiate them from the anomalies that may occur in the functioning of these systems.

Either of the two directions outlined above can considerably improve the corrective actions upon security systems, thus reducing maintenance or service time as well as their cost.

Moreover, another direction of further research is to examine an automation system of a residential building (a smart house system). This area of automation of processes within and around a house has seen a strong development in recent years, taking on the generic name of "smart home".

The concept of "smart home" refers to a convenient set-up of the house where appliances and devices connected to the Internet can be automatically controlled remotely from anywhere via mobile phones, tablets, laptops or other smart devices. When the devices are online, the client has the role to control the functions they offer: arming and disarming the security system, live view, thermostat setting, on or off lighting according to the chosen scenarios.

The devices in a smart home are connected to one another and can be accessed through a central point - a smartphone, tablet, laptop or game console. The video surveillance cameras, the door locks, the refrigerator, the robot vacuum cleaner, the TV, the coffee machine, the audio system, the lighting can be programmed through a single console in an intelligent automation system. Through apps installed on the smartphone, the users have access to schedules and scenarios that they can schedule according to their needs.

The increasingly common Artificial Intelligence in consumer electronics improves the user experience by changing their functions according to the owner's behavior and needs. Lighting control reduces electricity consumption thus creating long-term savings. Interconnectivity with the Internet of things (IoT) technology opens up a broad vision on the use of a network made of smart devices, the information shared by the latter making it easier to create preferential scenarios.

Thereby, it will be very interesting to analyze, based on the same principles as mentioned above, the introduction of these new consumers into a residential building, which in the near future will become, in fact, a single integrated solution for all processes (safety, thermal environment, media, etc.).

In fact, these systems already exist in the market, but the lack of capacity to integrate all processes, the problems that arise with the stability of the running software or the prohibitive price make them not so widespread at the moment, which is why I have taken them into account for the time being, just as a future direction of research.

Publications

- 1 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Alexandru Enescu, Iulian Udroi, **Energy Consumption Analysis of Security Systems for a Residential Consumer**, Proc. of the 11th IEEE-International Symposium On Advanced Topics In Electrical Engineering ed., București: IEEE, 2019, indexed ISI-WoS.
- 2 Horia Andrei, Alexandru Enescu, Emil Diaconu, **Valentin Ion**, Iulian Udroi, **Data Acquisition and Modeling of Cogeneration Power Plant Parameters**, Proc. of IEEE-ATEE, 2019, indexed ISI-WoS.
- 3 Alexandru Enescu, Horia Andrei, Emil Diaconu, **Valentin Ion**, **Numerical method for modeling the input-output characteristic in a cogeneration power plant**, 11th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI) ed., IEEE, 2019, indexed ISI-WoS.
- 4 Alexandru Enescu, Horia Andrei, **Valentin Ion**, Emil Diaconu, Nicoleta Angelescu, **Analysis and Modeling of Biomass Plant Energy Efficiency**, 6th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEEE) ed., IEEE, 2019, indexed ISI-WoS.
- 5 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Mihaita Nicolae Ardeleanu, Andrei Cosmin Gheorghe, **The analysis of the electrical characteristics for an anti-theft alarm system**, 13th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI) ed., 2021, indexed IEEEExplore.
- 6 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Mihăiță Nicolae Ardeleanu, Andrei Cosmin Gheorghe, **Electrical characteristics analysis of video surveillance systems**, 13th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI) ed., IEEE, 2021, indexed IEEEExplore.
- 7 **Valentin Ion**, Andrei Cosmin Gheorghe, Emil Diaconu, **Electrical Characteristics Measuring Device for Security Systems**, The Scientific Bulletin of Electrical Engineering Faculty, 2021, indexed BDI.
- 8 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Dan Puchianu and Mihaita Ardeleanu, **Modelling of Electrical Characteristics for an Anti-Theft Alarm System**, ISEEE 2021 The 7th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering, 2021, (accepted for publication).
- 9 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Dan Puchianu and Andrei Cosmin Gheorghe, **Modelling the electrical characteristics of video surveillance systems**, ISEEE 2021 The 7th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering, 2021, (accepted for publication).
- 10 **Valentin Ion**, Horia Andrei, Emil Diaconu, Dan Puchianu and Andrei Cosmin Gheorghe, **Cost and energy consumption analysis of residential security systems**, ISEEE 2021 The 7th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering, 2021 (accepted for publication).

Selective references

- [1] A. Roșca, Curs securitate, Inginer pentru sisteme de securitate, ARTS, 2008.
- [2] T. Stătescu, Standarde române în vigoare pentru sistemele de alarmă, 2014.
- [3] R.A. Deshmukh, S. Kamdi, M. Pingle, S. Rajebhosale A. Bhosale, Intelligent surveillance system using energy efficient intrusion detection and tracking techniques, Proceedings of the 2nd International conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA 2018), IEEE Conference Record # 42487, 2018.
- [4] Matthews, V. O. and Noma-Osaghae, Etinosa and Uzairue , Stanley Idiake, An Analytics Enabled Wireless Anti-Intruder Monitoring and Alarm System, 2018.
- [5] E. Amewornu, Design of wireless home security alarm system, 2016.
- [6] Nae I., Petrescu M. G, Tehnici moderne în conducerea și supravegherea proceselor tehnologice.
- [7] Kalgaonkar, K., Raj B., Types of Motion Sensing with focus on Acoustic Doppler sonar for gait recognition. În Proceedings of the 2007 IEEE Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance-Volume 00.IEEE Computer Society Washington, DC, 2007.
- [8] L. Dong, L. Qin, W. Xu, H. Jiang, Detection Method for Vehicles in Tunnels Based on Surveillance Images, International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS), 2017.
- [9] Legea 333/2003, privind paza obiectivelor, bunurilor, valorilor și protecția persoanelor, 2003.
- [10] HG 301 pentru aprobarea Normelor Metodologice de aplicare a legii nr. 333/2003 privind paza obiectivelor, bunurilor, valorilor și protecția persoanelor, 2012.
- [11] <https://www.paradox.com/Products/default.asp>.
- [12] <http://www.chauvin-arnoux.com/en/produit/CA8336>.
- [13] YolandeStrengers, LarissaNicholls, Convenience and energy consumption in the smart home of the future: Industry visions from Australia and beyond, 2017.
- [14] L.A. Greening, D.L. Greene and C. Difiglio, Energy efficiency and consumption — the rebound effect — a survey, Elsevier Energy Policy, 2000.
- [15] M. Dayarathna, Y. Wen, R. Fan, Data center energy consumption modelling: A survey, IEEE Communication Surveys & Tutorials, 2016.
- [16] R. Esfandiari, Numerical methods for engineers and scientists using MATLAB, 2017.
- [17] YW Kwon, H Bang, The finite element method using MATLAB, 2018.
- [18] Y Chen, P Gao, Z Li, Design of Security Alarm System Based on LoRa Technology, 2018.
- [19] Legea 307/2006 privind apărarea împotriva incendiilor.