

Proiect constructiv-tehnologic și proiect electric al modulelor automate de recunoaștere vizuală și al celor de stocare date

Variantele de design identificate în cadrul etapei 1 pentru realizarea sistemului integrat de producție dotat cu module automate de recunoaștere vizuală au fost analizate și testate din punct de vedere al funcționalității. Astfel, a fost aleasă o variantă optimă de design ce asigură cea mai bună prelevare a datelor imagistice, atât la nivelul biomasei sturionice, cât și a celei vegetale, în contextul obiectivelor asumate și anume identificarea ritmului de creștere a sturionilor, a dinamicii de creștere în lungime și suprafață a părții aeriene a busuiocului și clasificarea frunzelor în vederea identificării eventualelor deficiențe. Pentru realizarea acestui deziderat, în alcătuirea modulelor imagistice s-au folosit camere depth Intel RealSense și camere V2 + HQ, conectate la plăcuțe Raspberry Pi (RPi), cât și construcții ajutătoare, montate la nivelul unității sturionice de creștere în vederea delimitării ariei de prelevare a imaginilor, cât și la nivelul unităților acvaponice pentru asigurarea unei luminozități potrivite în momentul prelevării de imagini. Secțiunea transversală a unui modul integrat de creștere din cadrul sistemului acvaponic de producție, respectiv vederea de sus a acestuia sunt prezentate în cadrul fig. 1 (A, B) și detaliat în Anexa 1.

Astfel, în vederea transversală se observă poziționarea unităților acvaponice la un plan superior, raportat la nivelul luciului de apă din cadrul unității de creștere a sturionilor, fapt ce asigură evacuarea gravitațională a acestora. De asemenea, sistemul este prevăzut cu două bucle de recirculare (unitate sturionicolă-unitate acvaponică, respectiv unitate sturionicolă-modul de condiționare calitate apă), realizate prin intermediul a două pompe de recirculare. Unitățile sturionice sunt prevăzute cu un perete de separare, poziționat paralel față de peretele unității de creștere, la o distanță de 38 cm de acesta (fig.1B). Astfel, se împiedică aglomerarea materialului sturionicol și suprapunerea acestuia, cât și variația direcției de deplasare în plan orizontal a sturionilor, în momentul realizării imaginilor. Modulul imagistic de observare a biomasei sturionice este amplasat la o distanță de 35 cm deasupra luciului de apă (fig.1A), fapt ce permite identificarea exactă a fiecărui exemplar sturionicol ce se deplasează în raza de acțiune a acestuia, indiferent de poziția lui la nivelul coloanei de apă. Biomasa de busuioc este observată prin utilizarea concomitentă a camerelor V2 și HQ, conectate la Raspberry Pi. Astfel, acest modul este amplasat în plan superior față de unitățile acvaponice, la o distanță de 79 cm față de substratul de creștere al busuiocului (fig. 1A). Pentru asigurarea unor condiții de luminozitate optime în vederea prelevării și procesării

corecte a imaginilor, un sistem alternativ de iluminat, format din becuri LED este activat concomitent cu dezactivarea sistemului de iluminat al busuiocului, format din lămpi cu lungime de undă specifică ciclului de creștere a biomasei vegetale în cauză. Perioada zilnică de funcționare a modulelor imagistice este de 1 oră, divizată în două cicluri de 30 minute în prima parte a zilei (11:30-12:00) și a doua parte a zilei (17:30-18:00).

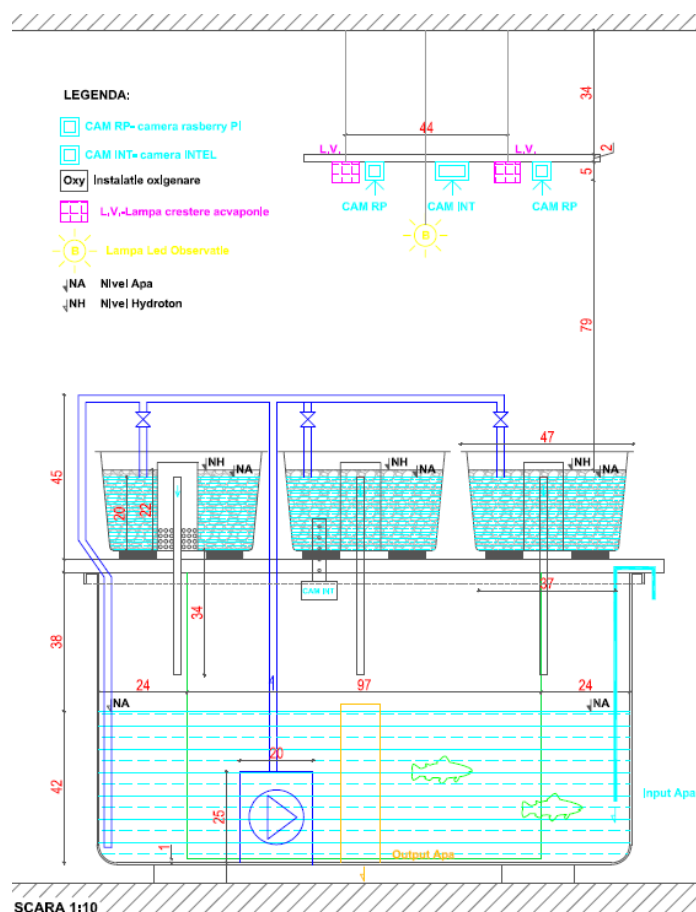


Fig. 1A. Vedere transversală modul integrat de creștere

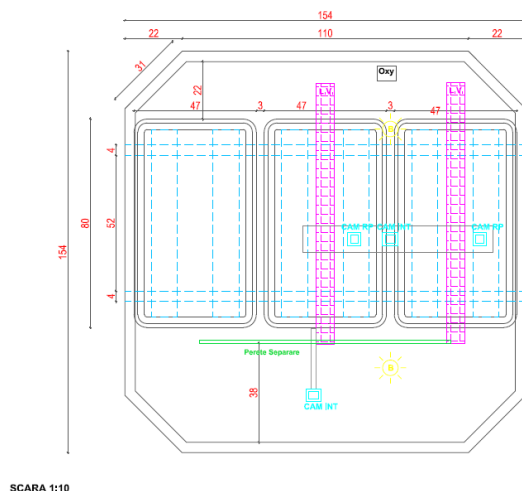


Fig. 1B. Vedere de sus modul integrat de creștere



Fig.1C. Vedere de sus modul integrat de creștere

Fiecare plăcuță RPi folosită la nivelul modulelor imagistice (Anexa 1) a fost conectată la o rețea internă cu ajutorul unui router care facilitează comunicarea lor cu server-ul (fig.2). De asemenea, a fost configurat router-ul pentru atribuirea de adrese statice atât pentru server, cât și pentru RPi-uri pe baza adreselor MAC. Pentru achiziția datelor a fost creat un script pentru captura imaginilor rezultate din folosirea camerelor V2. De asemenea, a fost creat un *script* pentru captura imaginilor și extragerea de informații adiționale de la camerele Intel Realsense, pentru care au fost necesare configurarea camerei, captarea și alinierea frame-urilor pentru extragerea imaginilor și a informațiilor de adâncime utile pentru măsurarea peștilor și a plantelor și urmată de calibrarea informațiilor depth utilizând parametrul scale. De asemenea, pentru fiecare RPi a fost setat serviciul *cronjob* pentru execuția scripturilor la intervale prestabilite de timp. Pentru transferul datelor colectate au fost configurate conexiunile SSH dintre server și RPi-uri.

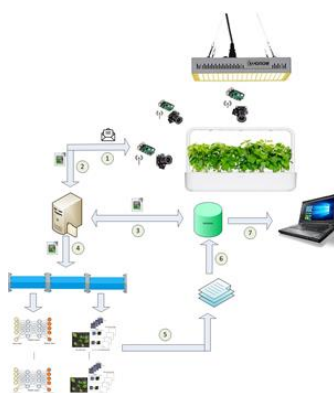


Fig.2. Arhitectură sistem imagistic folosită pentru colectarea datelor și crearea unui set de date cu imagini proprii

Stocarea datelor achiziționate se face pe SD card-ul microcontrolerului și acestea pot fi accesate de la distanță. Schemele sistemului RPi sunt prezentate în Anexa1.

Schemele electrice identificate la nivelul sistemului integrat, dotat cu module de observație, sunt identificate la nivelul celor două bucle de recirculare, cât și la nivelul unității de aerare, a unităților de iluminat și a modulelor imagistice. Astfel, în fig. 3A se prezintă schema electrică pentru pornirea și oprirea motorului asincron monofazat, M1, ce are rolul de a acționa electric pompa submersă de recirculare din cadrul buclei unitate sturionicolă – unitate acvaponică. Aceasta este compusă din schema electrică de forță și schema electrică de comandă. Schema electrică de forță asigură alimentarea motorului monofazat și totodată o serie de protecții specifice, cum ar fi: protecție la scurt-circuit (absolut necesară în acest caz, datorită prezenței apei), asigurată prin intermediul siguranțelor fuzibile, F. Următoarea protecție este la suprasarcină (supracurent). Protecția la suprasarcină este asigurată prin intermediul releului termic Rt. Luând în considerare posibilitatea depunerii sedimentelor la nivelul secțiunii de aspirație a pompei submerse, există posibilitatea creșterii curentului absorbit de motorul electric monofazat peste valoarea admisibilă (curentul nominal), ceea ce poate conduce la arderea acestuia. Prin introducerea releului termic în schema electrică de forță, motorul electric este protejat în contextul acestui tip de situație. De asemenea, în schema electrică de forță se află și un presostat, P, ce are rol de menținere la o valoare constantă a presiunii apei ce va fi recirculată. Schema electrică de comandă are rolul de a porni/opri motorul monofazat ce acționează pompa. Printre aparatele electrice care se regăsesc în această schemă este contactorul electric, C, aparat electric cu rol de comandă a motorului monofazat, butoanele de pornire/oprire, S1/S0, lampa H de semnalizare a prezenței tensiunii în schema electrică și contactul auxiliar al releului termic Rt. Etapele punerii în funcțiune a acestui sistem sunt: cuplarea întrerupătorului general, Q, din schema de forță; cuplarea butonului de pornire, S1, din schema de comandă; în momentul cuplării acestuia, bobina contactorului C se alimentează, ceea ce determină cuplarea contactelor de forță ale contactorului C (contactele 1 – 2, 3 - 4), și bineînțeles și cuplarea contactelor auxiliare din schema de comandă ale aceluiași contactor C. Totodată, lampa H, va semnaliza faptul ca schemele de forță și comandă sunt alimentate (prezență tensiune). Schema electrică prezentată în fig.3A, este una de pornire directă a unui motor electric. Motivele pentru care s-a recurs la această soluție, sunt în primul rând de ordin tehnic, și anume lipsa regimurilor dinamice frecvente (porniri – opriri repetate) și motor de putere mică, ceea ce nu justifică folosirea unui soft-starter sau a unui convertizor de frecvență. Introducerea unor astfel de componente electrice ar conduce la creșterea prețului întregului sistem. Bineînțeles, dacă serviciul de

funcționare a acestui sistem (sistemul acvaponic), se va modifica (porniri și opriri repetate sau reglare automată a debitului), atunci se pot utiliza soluții tehnice specifice.

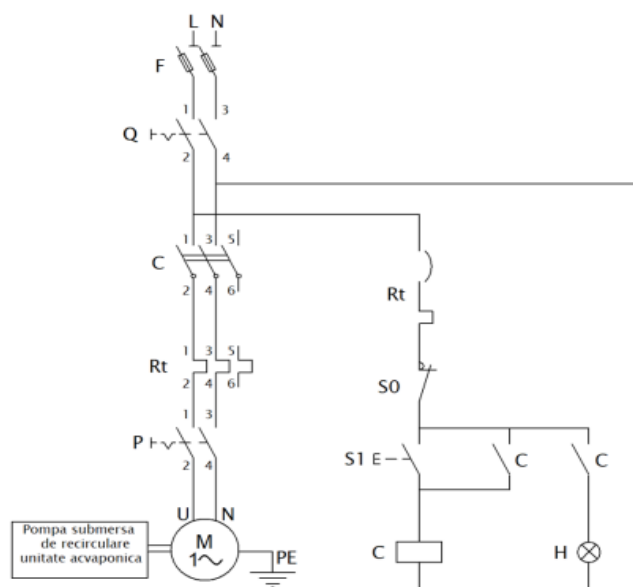


Fig.3A. Schema electrică pentru pornirea/oprirea și controlul motorului electric ce acționează pompa de recirculare submersă din bucla unitate sturionicolă-unitate acvaponică

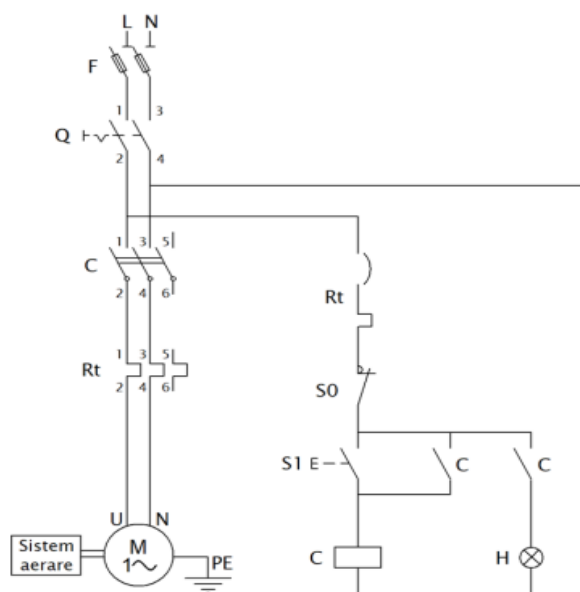


Fig.3B. Schema electrică pentru pornirea/oprirea și controlul motorului electric ce acționează pompa de recirculare submersă din bucla unitate sturionicolă-sistem de condiționare a apei

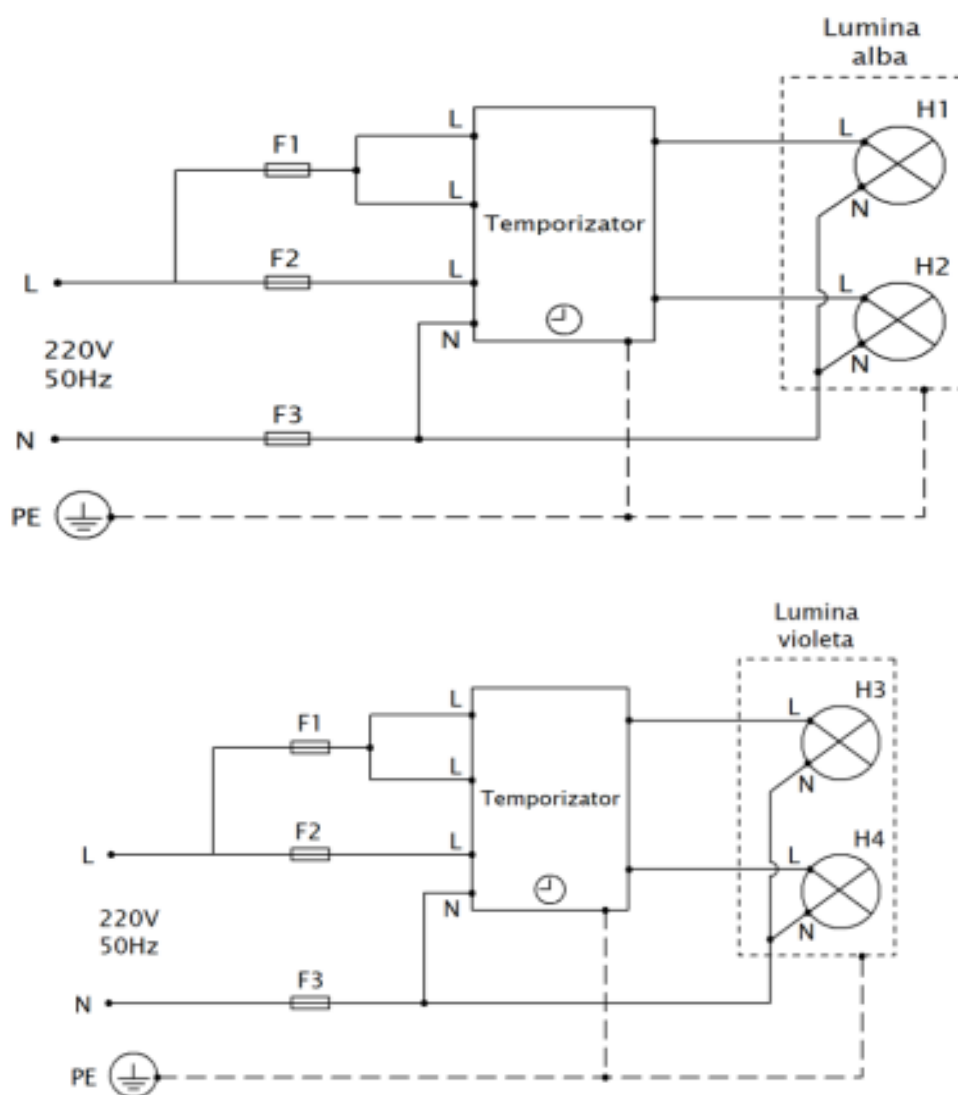


Fig. 3C. Schema electrică pentru sistemul de iluminat al plantelor (lumina violet) și sistem asistență iluminat modul imagistic (lumina albă)

În fig.3B este prezentată schema de acționare electrică a pompei de recirculare din cadrul buclei unitate sturionicolă-sistem de condiționare a apei tehnologice. Acționarea electrică a pompei se realizează cu un motor asincron monofazat. Fiind vorba tot despre acționarea electrică a unei pompe, care de această dată nu este submersibilă, schema electrică pentru pornirea/oprirea acesteia este identică cu schema prezentată anterior (fig. 3A). Nici pentru acest sistem de acționare electrică, din punct de vedere tehnic, nu se impun componente electrice precum soft-startere sau convertizoare de frecvență. Introducerea unor astfel de componente electrice presupune apariția unor regimuri dinamice de lucru a sistemului acvaponic, porniri și opriri frecvente, reglare automată a debitului apei recirculate. Din punct de vedere tehnic și economic aceasta este soluția optimă.

În fig.3C se prezintă schemele electrice pentru sistemul de iluminare al plantelor, respectiv pentru sistemul de iluminat ce asistă modulul imagistic (lumina albă). Sistemul cu lumină albă va fi folosit doar în intervalul de timp în care se vor achiziționa datele imagistice despre busuioc. Timpul de lucru al sistemului cu lumină albă pe parcursul unei zile va fi de o oră. El este compus din două lămpi, H1 și H2 (15W/lampă). Sistemul cu lumină violetă va fi folosit 11 ore pe zi, de-a lungul întregului ciclu de producție a busuiocului. Acesta este compus din două lămpi H3 și H4, fiecare având în componență câte 36 de leduri, puterea totală pe fiecare lampă fiind de 36W. Trecerea de la un sistem de iluminare la altul (lumină albă/lumină violetă), se face pe baza unui subsistem de programare a timpului de lucru (temporizator), subsistem ce este integrat în schemele electrice pentru cele două tipuri de lumină. Soluțiile tehnice identificate sunt implementate la nivelul beneficiarului, fapt ce a asigurat realizarea construcției sistemului acvaponic, integrând modulele acvaponice în cadrul sistemului recirculant deja existent. Schema de ansamblu a sistemului reirculant integrat creat în cadrul fermei SILURUS MARKET este prezentată în Anexa 1 (schema ansamblu, axonometrie, secțiune transversală a unității acvaponice).