

SISTEM DE STABILIZARE A TEMPERATURII ȘI UMIDITĂȚII ÎN CAMERA FRIGORIFICĂ

Radu ZAGORODNÎI, Irina COJUHARI, Ion FIODOROV

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În lucrare dată este descris sistemul proiectat de stabilizare a temperaturii și umidității în camera frigorifică prin intermediul unei instalații frigorifice. Sistemul proiectat permite stabilizare a temperaturii și umidității pentru un depozit frigorific, cu temperatură de păstrare de -1°C , parametrizarea controlerului și configurarea sistemului de monitorizare pentru instalația frigorifică. Reglarea temperaturii și umidității se efectuează în baza regulatorului Eliwell EWHT 800 LX, iar instalația poate fi monitorizată la distanță printr-o interfață, accesată dintr-un browser web.

Cuvinte cheie: sistem de stabilizare a temperaturii și umidității, camera frigorifică, reglarea temperaturii și umidității, regulatorul Eliwell EWHT 800 LX.

1. Introducere

Pe parcursul evoluției industriale, cerințele consumatorilor au crescut considerabil, astfel producătorii au fost nevoiți să apeleze la careva metode pentru a face față acestor solicitări. Pentru a avea un produs calitativ, cu un cost redus de producere, respectiv preț mai mic la vânzare, timp redus de producere, consum rațional de resurse și materie primă, s-a recurs la automatizarea proceselor industriale.

Astfel, automatizarea prezintă un ansamblu de măsuri tehnice care exclud intervenția directă a omului.

În structura unui sistem automat se disting două părți importante:

- Instalația automatizată – instalația sau sistemul tehnic care prezintă obiectul unei funcții de automatizare (control, comandă, reglare, protecție sau optimizare);
- Echipamentul de automatizare – totalitatea aparatelor și elementelor prin care este realizată funcția de automatizare.

Scopul principal în prelucrarea produselor alimentare este prelungirea duratei de conservarea acestora prin păstrare la temperaturi scăzute în spații frigorifice adecvate. Din cauza temperaturii joase, viteza de reacție și acțiunea agenților modificatori de natură fizico-chimică și microbiologică își reduc intensitatea. Efectul inhibitor al frigului este cu atât mai eficient cu cât nivelul de temperatură este mai scăzut. De aici rezultă că produsele congelate au o durată de conservabilitate mult mai mare decât cele refrigerate.

Depozitarea și păstrarea produselor alimentare, fructelor și legumelor este o necesitate primordială în prelucrarea produselor alimentare. Pentru prevenirea alterării produselor agricole se utilizează metode artificiale de răcire a acestora. Frigul industrial artificial prezintă o metodă larg răspândită, fiind utilizat în aproape toate ramurile din industria alimentară.

Prelucrarea produselor alimentare cu ajutorul frigului industrial se poate realiza prin următoarele procese tehnologice:

- refrigerarea – urmărește răcirea cât mai rapidă a produselor la temperaturi finale superioare punctului crioscopic, situate între 0°C ... $+5^{\circ}\text{C}$;
- congelarea – răcirea produselor la temperaturi de -18°C ... -25°C , proces în rezultatul căruia peste 95% din conținutul de apă a produsului se solidifică sub formă de gheață.

În lucrarea este descris sistemul proiectat permite stabilizare a temperaturii și umidității pentru un depozit frigorific.

2. Clasificarea instalațiilor frigorifice

Prin răcire înțelegem orice proces de îndepărtare a căldurii. În mod natural, un corp poate fi răcit doar până la temperatura mediului ambiant. Răcirea la o valoare a temperaturii mai joasă decât cea a mediului imediat înconjurător poate fi realizată doar pe cale artificială. Astfel, prin sistem frigorific, se definește orice sistem care permite furnizarea unei energii convenabile ce transferă căldura de la un corp, substanță sau mediu, cu o temperatură scăzută către alt mediu cu temperatură mai înaltă [1].

Conform principiului al doilea al termodinamicii, pentru funcționarea unui sistem frigorific, sunt necesare câteva condiții [3]:

- existența a două surse de căldură cu nivele diferite de temperatură;

- un corp termodinamic care își modifică parametrii de stare prin schimb de căldură;
 - consum de energie pentru transferul de căldură de la nivelul inferior de temperatură către cel superior.
- Instalația frigorifică presupune totalitatea mașinilor și aparatelor prin care un sistem frigorific realizează procesul de răcire [2].

Sistemele frigorifice pot fi clasificate în următoarele domenii după nivelul de temperatură a surselor reci:

- pompe de căldură – căldura din mediul ambiant este evacuată în mediul cu temperaturi superioare, utilizată în scopuri de încălzire;
- climatizare – frigul este produs la temperaturi de peste 0°C, utilizat în scopuri tehnologice sau de confort;
- frig moderat (frig industrial) – are cea mai largă răspândire, cu domeniul de temperaturi de la 0°C până la -150°C;
- frig adânc – acoperă zona temperaturilor care ajungând până la aproape de zero absolut (-273,15°C).

Pentru obținerea temperaturilor scăzute, instalațiile frigorifice utilizează procedeul cu agent frigorific sau fără agent frigorific, care este pur termodinamic. Cea mai mare importanță în producerea frigului industrial este procedeul cu agent frigorific în circuit închis. Acesta suferă o serie de modificări prin mișcarea sa în instalația frigorifică în așa mod încât, după parcurgerea unui ciclu complet este readus la starea inițială [1]. Din această categorie fac parte instalațiile frigorifice cu vapori, care schimbă starea de agregare a agentului.

3. Instalații frigorifice cu comprimare mecanică de vapori în compresoare

Capacitatea lichidelor reale de a absorbi cantități mari de căldură pentru a se vaporiza constituie baza sistemelor frigorifice cu comprimare mecanică de vapori. Ca agenți de lucru, lichidele în timpul procesului de vaporizare oferă o serie de avantaje din punct de vedere al controlului procesului: puterea frigorifică poate fi determinate cu suficientă precizie, nivelul temperaturii de vaporizare poate fi controlat prin intermediul presiunii la care lichidul se vaporizează [2].

Pentru realizarea ciclului unei instalații frigorifice cu comprimare mecanică de vapori sunt necesare următoarele elemente (figura 1):

1. Compresorul – aspiră vaporii care se formează în vaporizator, iar după comprimare refulează agentul frigorific spre condensator.
2. Vaporizatorul – este un schimbător de căldură, în care se obține efectul frigorific prin fierberea agentului la o presiune teoretic constantă, cu preluare de căldură din mediul răcit.
3. Condensatorul – are loc condensarea cu cedare de căldură spre mediul de răcire.
4. Ventil de expansiune – la trecerea agentului frigorific prin acesta, lichidul își scade presiunea și temperatura corespunzătoare condițiilor din vaporizator.

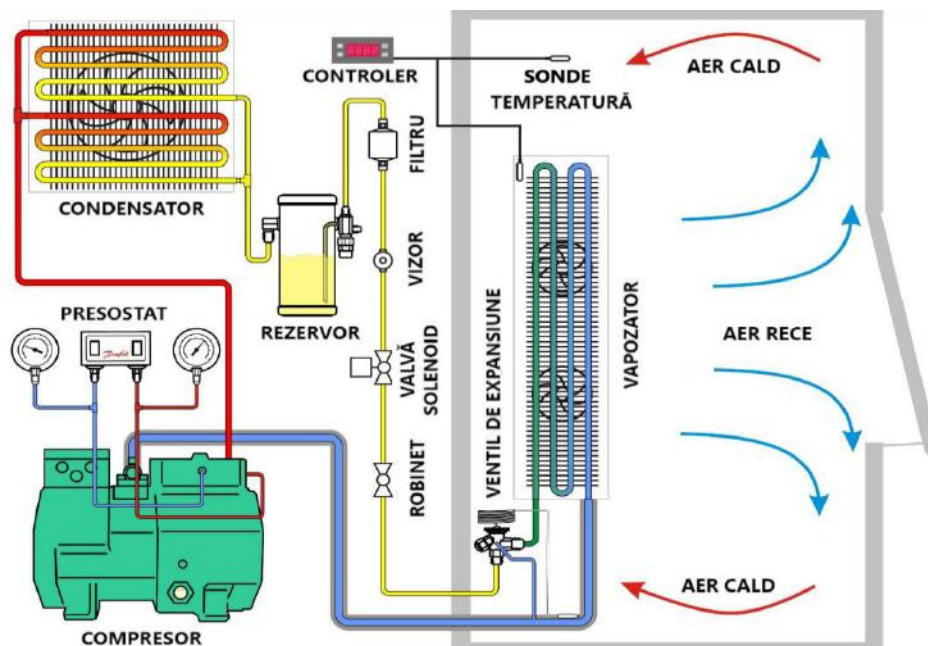


Fig. 1. Instalație frigorifică cu comprimare mecanică de vapori.

În instalațiile frigorifice industriale cu comprimare mecanică de vapori apar o serie de aspecte particulare privind construcția instalației, legate de ansamblul acesteia sau de elementele care o compun. În consecință

există o gamă largă de scheme de instalații în funcție de nivelul temperaturii care se urmărește să se obțină, valoarea puterii frigorifice, particularitățile tehnologiei pe care o deservește, considerente economice, energetice ș.a.

4. Regulator Eliwell EWHT 800 LX

Reglatoarele sunt dispozitive electronice cu intrări analogice și digitale care achiziționează datele de intrare a sistemului, le prelucerează, iar în dependență de programa elaborată pentru procesul tehnologic, acționează elementele de execuție din cadrul sistemului.

În instalațiile frigorifice industriale și comerciale, sunt utilizate, de regulă, reglatoarele care achiziționează date despre temperatura din cameră și presiunea agentului frigorific în sistem.

Pentru a alege dispozitivul de control este necesar ca să fie disponibile următoarele intrări și ieșiri, reprezentate în tabelul 1.

Tabel 1. Intrări, ieșiri controler.

Ieșiri (relee)	Intrări (sonde)
Compresor	Temperatura mediului răcit
Condensator	Temperatura vaporizator
Vaporizator	Presiune joasă
Dejivrare	Presiune înaltă

În urma specificațiilor pentru controlul instalației a fost ales regulatorul produs de compania Eliwell, model EWHT 800LX. Pe lângă intrările și ieșirile impuse de sistem, acesta mai dispune și de intrare pentru o sondă de umiditate, două intrări digitale și un releu pentru activarea corpului de luminat din interiorul camerei frigorifice. Sondele de temperatură care pot fi conectate la controler trebuie să fie de tip NTC sau Pt1000. Pentru a măsura umiditatea din camera frigorifică este necesară o sondă de tip 4...20 mA [4].

Un alt factor important în alegerea acestui regulator este portul de comunicare TTL și RS-485, care permite conectarea la un sistem de monitorizare SCADA și controlul acestuia de la distanță (figura 2).

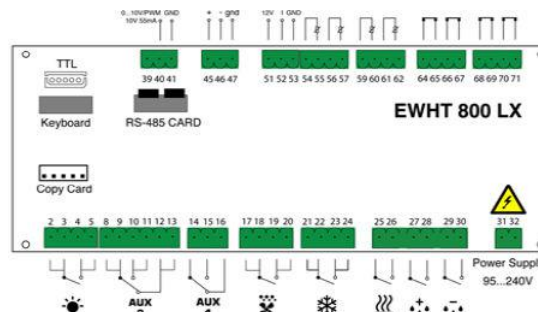


Fig. 2. Schema de conectare a controlerului Eliwell EWHT 800 LX.

Regulatorul poate fi parametrizat cu ajutorul interfeței de comunicare (figura 3) prin interacțiunea butoanelor, accesând parametrii acestuia [4].



Fig. 3. Controlerul Eliwell EWHT 800 LX.

5. Sistemul SCADA de monitorizare și control a instalației

În prezent pe piață se găsesc o mulțime de softuri SCADA (Sistem de control și achiziții de date), care permit monitorizarea și controlul diferitor instalații industriale și comerciale. Aceste softuri achiziționează datele din registrele dispozitivelor de control, le afișează pe o interfață HMI, Web (browser), aplicații (Android, iOS), iar în cazul intervenției operatorului uman la careva parametri afișați, datele schimbate sunt înscrise înapoi în regiștri.

Toate softurile SCADA permit comunicarea cu dispozitivele de control prin diferite protocoale de comunicare, RS-232, RS-485, Modbus, Modbus TCP, ș.a. Protocolul Modbus TCP a devenit cel mai răspândit, deoarece permite comunicarea între dispozitive pe distanță foarte mare, dispozitivele pot fi conectate într-o rețea LAN, rată de transfer mare și configurarea pentru comunicare prin acest protocol este relativ simplă.

A fost ales sistemul de monitorizare Node-RED, deoarece acesta este un soft open-source, configurarea acestuia este realizată cu ajutorul unei interfețe grafice (nu necesită cunoștințe avansate în programare), poate fi instalat pe orice sistem de operare și asigură o mentenanță simplă. Avantajul sistemului dat este accesarea de pe orice dispozitiv prin intermediul unui browser în care este introdusă adresa IP a plăcii Raspberry Pi, conectată la o rețea cu acces la interne [5].

Inventată de J. Paul Morrison în anii 1970, programarea bazată pe fluxuri este o modalitate de a descrie comportamentul unei aplicații ca o rețea de cutii negre sau noduri (numite în Node-RED). Fiecare nod are un scop bine definit. Aceștia i se dau careva date, prelucrează acele date și apoi le transmite mai departe. Rețeaua este responsabilă pentru fluxul de date dintre noduri.

Node-RED este un instrument de programare bazat pe fluxuri, dezvoltat inițial de echipa de tehnologie IBM Emerging Technology Services și acum este parte a Fundației JS.

Pentru monitorizarea instalației au fost utilizate următoarele tipuri de noduri (figura 4):

- ModbusTCP Read – citirea registrelor din controler;
- ModbusTCP Write – scrierea registrelor din controler;
- Function – elaborarea funcțiilor în limbajul Java;
- Buton – buton pentru activarea sau dezactivarea unor parametri, funcții, etc;
- Number – modificare numerică a parametrilor;
- Gauge – afișor de tip manometru pentru afișare temperaturii;
- Chart – grafic pentru afișarea evoluției temperaturii.

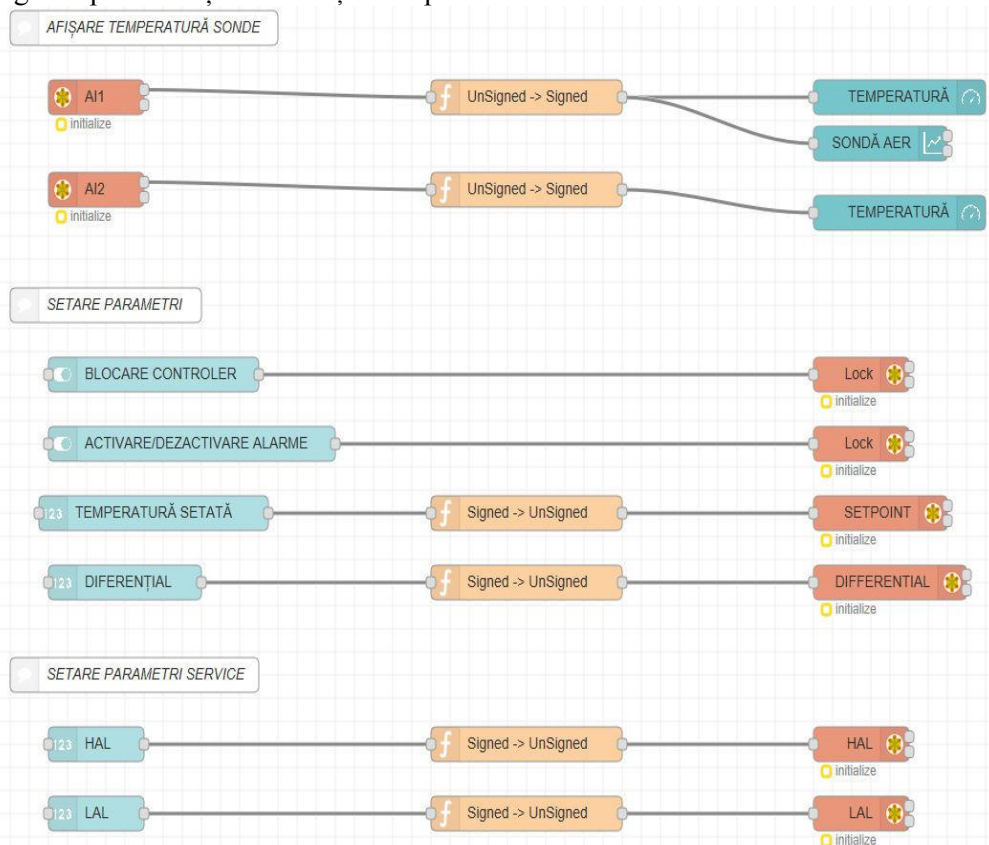


Fig. 4. Configuratorul grafic Node-RED.

Pentru a vizualiza parametrii instalației în timp real, se accesează în orice browser adresa IP a serverului pe care este instalat softul Node-RED. Interfața grafică permite și modificarea următorilor parametri (figura 5):

- Temperatură setată;
- Diferențial;
- Blocare controler;
- Activare/dezactivare alarme;
- HAL – alarmă temperatură maximă;
- LAL – alarmă temperatură minimă.

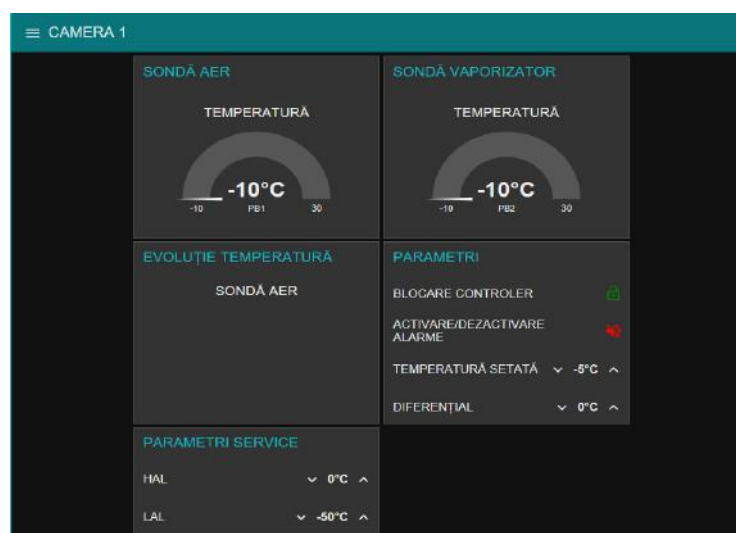


Fig. 5. Interfața web de comunicare cu utilizatorul (Node-RED).

6. Concluzii

În industria păstrării și congelării produselor alimentare vegetale și animale se utilizează utilajele frigorifice industriale. Aceste utilaje au ca scop conservarea produselor depozitate pentru a inhiba procesele bio-chimice de alterare a acestora. Componentele instalațiilor frigorifice industriale demonstrează fiabilitate sporită și mentenanță ușoară.

Utilajele frigorifice au devenit o necesitate primordială în procesele tehnologice de refrigerare și congelare. Din această cauză o atenție mare este acordată dezvoltării și optimizării acestor instalații.

În lucrarea s-a efectuat proiectarea unei instalații frigorifice pentru refrigerarea și păstrarea produselor alimentare la temperaturi de -1°C , în baza elementelor de reglare și execuție precum: regulatorul Eliwell EWHT 800 LX, placă Raspberry Pi 3, radiatoare, ventilatoare și pompă.

Bibliografie

1. Niculiță, P., Creangă, E., Bumbaru, S. *Automatizarea instalațiilor frigorifice industriale*. București: Editura Tehnică, 1983. 410 p.
2. Iosifescu, C., Iosifescu, C. *Calculul și construcția instalațiilor frigorifice*. București: Editura BREN, 2003. 380 p.
3. Котозаогланиан, П. *Справочное руководство по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок и систем кондиционирования*. Москва 2007. 822 p.
4. Manual utilizare controler Eliwell EWHT 800 LX, <https://goo.gl/XmwE2h>, accesat în data de 02.03.2017. 133 p.
5. Node-RED User Guide. <http://nodered.org/docs/user-guide/>, accesat în data de 17.11.2016