



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

SZAKDOLGOZAT FELADAT

Varga Árpád (W98JV8)

Villamosmérnök hallgató részére

Pécsi Orvostudományi Egyetem Általános Orvosi Kar új elméleti tömbjének épületautomatikai installációja

Napjainkban az épületautomatika a köztudatban nem pontosan meghatározható fogalomként jelenik meg. A legtöbb ember számára okosothonok megtervezését és létrehozását jelenti, de a valóságban ez egy sokkal összetettebb szakterületet.

Nagyobb létesítmények, például gyárak, irodaházak, kórházak bonyolult épületgépészeti berendezéseinek vezérlése és szabályozása több mérnöki szakterület összehangolt működését igényli. A tevékenység magába foglalja az elvárásoknak megfelelő optimális feltételek megteremtését, az épület energiahatékony működtetését és a biztonsági funkciók megalkotását.

Szakdolgozatom célja, hogy átfogó képet adjon az épületautomatika világról valós projekten keresztül. A dolgozat lépésről lépésre bemutatja a tervezés egységeit. Elsőként a projekttel kapcsolatos létesítmény épületgépészeti részegységeit, majd a Sauter épületautomatikai rendszer automatikai szekrényeit, illetve részletes ismertetést ad a Sauter DDC-k terepi eszközeiről.

Az felhasznált eszközök áttekintését követően ismertetem a szabályzástechnikai alapok használatát. A Sauter DDC- k programozásakor alkalmazott fejlesztőkörnyezet funkcióblokkos programozást tesz lehetővé, ezért ezen programozási módszert használva adok átfogó leírást a DDC egységek funkcióblokkos programjairól.

A létesítmény automatikájának lényeges része az életvédelmi szerepet betöltő hő- és füstelvezetési rendszer, melynek tervezési logikáját és működését részletezem.

A kész rendszerbe az üzemeltető szakemberek épületfelügyeleti vizualizációs rendszeren keresztül képesek beavatkozni, ezen szoftver felépítésének, használatának teljes körű ismertetése a végső feladat.

A hallgató feladatának a következőkre kell kiterjednie:

- Épületautomatizálás történetének bemutatása, kitérés a napjainkban használt rendszerekre.
- Készítsen ismertetést a szabályzástechnika alapjainak használatáról a projekten belül!
- Mutassa be saját tervezésű vezérlési- és szabályzási logikáját az egyes épületgépészeti berendezésekhez!
- Elemezze a rendszer működtetését automatikai rendszer nélkül és automatikai rendszerrel!
- Készítsen használati útmutatót a rendszerre vonatkoztatottan, amely egy átlagos üzemeltető szakembernek készül!
- Igazolja az épületautomatika létjogosultságát napjaink ipari rendszerei tekintetében!

Tanszéki konzulens: Dr. Orosz György, docens

Külső konzulens: Éles Dániel, okl. villamosmérnök (Gróf Épületautomatikai Kft.)

Budapest, 2020.12.11.

.....
Dr. Dabóczi Tamás
tanszékvezető
egyetemi tanár, DSc



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Varga Árpád
**Pécsi Orvostudományi Egyetem Általános
Orvosi Kar új elméleti tömbjének
épületautomatikai installációja**

TANSZÉKI KONZULENS

Dr. Orosz György

docens

KÜLSŐ KONZULENS

Éles Dániel

okl. villamosmérnök

BUDAPEST, 2020

Tartalomjegyzék

Összefoglaló	6
Abstract.....	7
1 Bevezetés	8
1.1 Épületautomatika ismertetése	8
1.1.1 Épületautomatika fogalma	8
1.1.2 Épületautomatizálás történelme	10
1.1.3 Épületautomatizálás megjelenése napjainkban.....	11
1.2 Sauter bemutatása	12
1.3 Gróf Épületautomatikai Kft. bemutatása	13
2 Automatizálás rendszerelemei	15
2.1 Irányítástechnikai alapfogalmak	15
2.1.1 Érzékelők és távadók	15
2.1.2 Végrehajtó szervek	16
2.2 Épületgépészeti alapfogalmak	17
2.3 Vezérlés- és szabályzástechnika alapjai	20
2.3.1 Szabályzás.....	20
2.3.2 Vezérlés	21
2.3.3 A szabályzó szerv működése	22
2.3.4 Példák a felhasználásra	26
2.4 DDC eszközök bemutatása	27
3 Rendszerterv.....	30
3.1 Az önálló tervezési feladat rövid bemutatása	30
3.2 A projekt létesítményben felhasznált eszközök, gépészeti elemek bemutatása ...	32
3.2.1 Beépített digitális irányító egységek.....	32
3.2.2 A gépészeti elemek és azok felszereltsége	32
3.3 Programfejlesztés.....	39
3.3.1 Sauter programozói környezet bemutatása	39
3.3.2 Szabályzó paraméterezés	45
3.3.3 Alállomás programok ismertetése	47
3.3.4 Programletöltés	54
3.4 Hő- és füstelvezetési logika	55

3.5 Épületfelügyeleti szoftver felépítése és felhasználhatósága	58
3.5.1 A szoftver általános felépítése és ellátott feladatai	58
3.5.2 Az ábrák tartalmi követelményei	59
4 Megvalósított rendszer	61
4.1 Rendszerüzemeltetési ismertetés	61
4.2 Az épület üzemeltetésének ismertetése automatika nélkül, majd automatikával .	62
5 Tesztelés	64
6 Köszönetnyilvánítás	66
Irodalomjegyzék.....	67

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott **Varga Árpád**, szigorló hallgató kijelentem, hogy ezt a szakdolgozatot meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, csak a megadott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző(k), cím, angol és magyar nyelvű tartalmi kivonat, készítés éve, konzulens(ek) neve) a BME VIK nyilvánosan hozzáférhető elektronikus formában, a munka teljes szövegét pedig az egyetem belső hálózatán keresztül (vagy hitelesített felhasználók számára) közzétegye. Kijelentem, hogy a benyújtott munka és annak elektronikus verziója megegyezik. Dékáni engedéllyel titkosított diplomatervek esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Kelt: Budapest, 2020. 12. 11.

.....
Varga Árpád

Összefoglaló

A mindennapi életünkben meghatározó jelentőséggel bírnak az alapvető tevékenységeink és szükségleteink. Minden ember lakhatási, pihenési, szórakozási, tanulmányi és munkahelyi igényeinek kiszolgálására különféle rendeltetésű létesítmények nyújtanak megoldást. A valós élethelyzetekben a legtöbb ember számára szinte teljesen természetes a kívánt környezeti feltételek fenntartása, ezért sokszor bele sem gondolnak az az épületekben lezajló irányított folyamatok mögött rejlő komplikált tervezési és összehangolt kivitelezési háttérmunkálatokba.

A szakdolgozatom az épületautomatizálási szakterület fogalmának és célkitűzésének ismertetését követően mutatja be a szakma fejlődéstörténetét, emellett folyamatosan bővülő feladatkörét.

Egy valós projekt megértéséhez a felmerülő irányítástechnikai és gépészeti alapfogalmak, a felhasználható eszközök és gondolatmenetek demonstrálása szükséges. Az előismeretek megszerzésével a Pécsi Orvostudományi Egyetem Általános Orvosi Kar Új elméleti tömbjének épületautomatikai rendszerének egy terjedelmesebb részének önállóan megtervezett programlogikája bemutatására kerül sor. A dolgozat továbbá vázlatosan ismerteti a beépített berendezések helyes üzemeltetéséhez szükséges, életvédelmi feladatokat ellátó hő- és füstelvezetési rendszert.

A teljes rendszert vizualizáló felügyeleti szoftver feladatainak és használatának alapos ismerete hozzáértést igényel a pontos üzemeltetéshez. A szakdolgozat a rendszer biztonságos működtetéséhez szükséges ismeretek részletezése mellett, végül kitér az üzembehelyezés során felmerülő főbb problémákra és azok orvoslására.

Abstract

Basic needs and activities are of decisive importance in our daily lives; thus, a variety of different facilities provide a solution to meet the housing, leisure, entertainment, study, and workplace needs of all people. In real-life, it is almost entirely self-evident for most people to be able to maintain the desired environmental conditions, so they are not concerned about the complicated design and coordinated construction that is behind the process.

My thesis describes the concept and objectives of the building automation field and presents its historical development and constantly expanding functionality.

To understand a real-life project, it is necessary to demonstrate the basic concepts of control engineering and mechanical engineering, tools that can be used, and the thought-processes. After providing the preliminary knowledge, a larger part of the independently designed program logic of the building automation system of the New Theoretical Building of the Faculty of Medical School at the University of Pécs will be presented. The thesis also provides an outline of the heat and smoke extraction system which performs lifesaving tasks and is required for the correct operation of the installed equipment.

Detailed knowledge of the tasks and proficiency in the use of monitoring software that visualizes the entire system is needed for accurate operation. The thesis finally covers the main problems that could emerge during installation and their possible solutions.

1 Bevezetés

1.1 Épületautomatika ismertetése

Az történelem során folyamatosan születtek hatalmas és páratlan építészeti alkotások, amelyek nagy mennyiségű ember befogadására, kiszolgálására lettek létrehozva. Az építőanyagok megválasztása mindig kulcsfontosságú szerepet játszott az épületek hőenergiájának hatékony hasznosításában, így komfortosabb feltételeket teremtve az emberek számára. A gazdaság és a társadalom folyamatos fejlődésével egyre kifinomultabb, speciális igények jelentek meg az építményeknél, melyeket biztosítani kellett. A technológiai fejlődés megoldást nyújtott ezen kívánalmak kielégítésére, létrehozva ezzel új szakterületeket, mint az épületgépészetet és az épületautomatikát.

1.1.1 Épületautomatika fogalma

Az épületautomatizálási tevékenység [1] alapvető feladata, a helyzettől függő optimális környezeti feltételek megteremtése, az épület energia- és költség hatékony fenntartása mellett. A modern létesítményekben szinte kivétel nélkül informatikai hálózat kiépítésére kerül sor, melyben központi szerep jut az épületirányító rendszernek. A megjelenítő, beavatkozó és adatgyűjtő funkciókat egy kijelölt számítógép vagy szerverkliens kapcsolatban álló számítógépek rendszere tölti be, melyeken keresztül hozzáférhetővé válnak a vezérléseket és szabályzásokat abszolváló digitális irányító egységek.

Az irányító eszközök heterogén érzékelőket felhasználva gyűjtnek össze olyan digitális állapotokat, illetve analóg mért értékeket, melyeket feldolgozva meghatározott logika alapján önálló beavatkozásokat hajtanak végre a gépészeti berendezéseken, így közvetett módon modifikálva az épület belső folyamatait és környezeti tényezőit. A kívánt beavatkozások, állapotok és az egyes mért értékei rögzítésre kerülnek a számítógépeken. Az adatok grafikonos megjelenítésnek köszönhetően könnyűszerrel elemezhetőek az épületben lezajló komplex folyamatok, melyek kiértékelésének eredményeként egy korrigáló visszacsatolás állítható elő. Az elemzéssel felmérhetőek az épületirányító rendszer hiányosságai, mindemellett a lezajló folyamatok hatékonysága fokozatosan javítható, ezzel kedvező hatást kifejtve az üzemeltetési- és fenntartási költségekre.

A rendszerek irányítása tovább finomhangolható, ha figyelembe vesszük az építmény kihasználtsági állapotait, illetve a földrajzi elhelyezkedésnek megfelelően az évszakok tulajdonságait. Nappali és éjszakai működési üzemmódok létrehozásával a kihasználtság nagy része lefedhető, azonban adódnak kevésbé igénybe vett épületrészek, ahol nincs szükség folyamatos beavatkozásra. A jelenlétérzékelők megoldást nyújtanak az olyan helyiségeknél, melyeknél a napszaktól függő működési üzemmód nem elegendő, ezáltal tovább csökkenthetőek a fenntartási költségek. Az átmeneti időszakok a határfeltételek beállítása miatt hangsúlyossá válnak, mivel a berendezések bekapcsolási határának lényeges feltétele a precíz paraméterbeállítás. Télen a fűtésre és világításra fordított energiafelhasználás megnő, míg a hűtési energia igény speciális esetektől eltekintve lecsökken, ennek következtében egyes berendezések kikapcsolása, fűtési alapjelek megemlése és időprogramok módosítása szükségessé válik. Az épületek elhelyezkedésük és kialakításuk függvényében szakaszokra, zónákra bonthatóak, így akár a napsütés energiájának egy része is felhasználható az egyes hőmérséklet szabályozási feladatok ellátására.

Az automatizálás végeredménye egy intelligens létesítmény, amely minimális energiafelhasználással és csekély operátori beavatkozással képes az elvárásoknak megfelelően effektíven üzemelni. A kényelmi szempontok kielégítése létfontosságú, hiszen eredményes munkavégzés csak megfelelő munkakörülmények megteremtésével érhető el, másfelől lakóépületeknél, szállodáknál fontos a kellemes pihentető környezeti feltételek megteremtése. Az épületautomatika ezen szemléletében normál lakóházak esetén okosotthonokról, nagyobb objektumoknál intelligens létesítményekről beszélünk.

Az építmények sokszínűségét tekintve a kényelmi faktorok mellett sokszor összetettebb igények is megjelennek. A különféle gyárak komplex technológia folyamataihoz és az egészségügy műtéti beavatkozásokhoz a specifikus környezeti feltételek realizálása létfontosságú. Jellemző feladatok a helyiségek előírt légnyomáson- és légminőségen tartása, páraszabályozása, az ideális fényviszonyok megteremtése, időnként egyedi gépészeti berendezések vezérlése.

1.1.2 Épületautomatizálás történelme

Az alapgondolat megjelenése a 19. század végéhez köthető, amikor az amerikai nemzetiségű Warren Seymour Johnson [2] főiskolai tanár 1883-ban kifejlesztette és szabadalmaztatta az elektromos tele-termoszkópot, amely felépítését illetően egy bimetál tekercses higanykapcsolóval ellátott termosztát. Az eszköz első alkalmazásakor egy egyszerű probléma megoldása kapcsán került beépítésre. A feladat során egy csengőn jelezve figyelmeztette a kazánházban dolgozókat a fűtési szelep nyitására vagy zárására, így elkerülve, hogy a gondnok az óránként elvégzett hőmérséklet ellenőrzéssel megzavarja a tanórát. A megalkotott termosztátot felhasználva a következő néhány évben már komplexebb feladatokat is sikerült megvalósítani, többek között a többzónás hőmérséklet szabályzást, ahol a termosztáttal fűvókák levegőáramlását szabályozva egy nyomáskülönbség szabályzó kerül működtetésre, mellyel a kiáramló levegő mennyisége volt állítható. A szabályzótól kapott nagynyomású levegő már alkalmas volt egy levegőellátó rendszer csappantyújának vagy egy hőcserélő meleg víz szelepeinek vezérlésére.

A következő évtizedekben főként a nem lakossági felhasználásra létrehozott építményeknél gyorsan terjedt az automatizált vezérlési megoldások megjelenése. Az 1950-es években a legnagyobb előrelépés a pneumatika világában mutatkozott meg, megjelentek a pneumatikus érzékelők és a vezérlő egységek. Egy évtizeddel később a fejlődés egy új irányt vesz, felbukkannak az elektromechanikus multiplexeres vezérlőrendszerek [3], melyek még mozgó alkatrészeket tartalmaztak, így rendszeres karbantartást igényeltek. A reléket tartalmazó struktúrák sorrendi és kombinációs hálózatok létrehozására is alkalmasak voltak, viszont huzalozott, fix vezérlési logikát valósítottak meg, így tervbéli módosulás esetén a vezérlés átalakítására volt szükség.

A technológia fejlődésével az elektromechanikus vezérlők szerepét a félvezető elemek kezdték átvenni, melyek gyorsabb működést, kisebb energiafelhasználást és nagyobb megbízhatóságot tettek lehetővé. Az elektronikus vezérlést alkalmazva 1968-ban a General Motors részére kifejlesztették az első programozható logikai vezérlőt [4], amely központi feldolgozó egysége kis mértékben már digitális integrált áramkörökből épült fel. Az integrált áramköri technológia fejlődésével vezérlő egység szerepét már az általános célú processzor fogja betölteni az 1970-es évektől, a programozható logikai

vezérlő ekkor kezd elterjedni energiagazdálkodási rendszerek vezérlőjeként. 1981-82-ben az ausztrál MIDAC vállalat [5] megalkotja az első épületautomatizálásra specifikált logikai vezérlőt, a DDC (Direct Digital Control) egységet, amely központi vezérlő egysége a jól ismert 8-bites Z80-as mikroprocesszor volt.

Az épületautomatika fejlődésében nagy szerepe volt a DDC egységeknek, amelyek temérdek eddig kiaknázatlan lehetőséget kínáltak fel a szakemberek számára. A következő néhány évben megszokottá váltak az épületekben a különböző feladatokat ellátó elektronikus vezérlők, azonban az együttműködés hiánya szembetűnő volt az egyes termékgyártók komponensei között. A problémát közös kommunikációs protokoll kialakításával próbálták meg áthidalni [6]. A vállalatok egy része megosztotta az általuk használt protokollt, mások a szellemi tulajdonuk védelme érdekében saját protokolljukat átalakították egy alacsonyabb szintű nyílt protokollá így biztosítva a közös kommunikáció lehetőségét. A BACnet (Building Automation Control network) ezen folyamat eredményeként született meg 1987-ben, melynek elnevezéséből is látható, hogy ez épületautomatizálási rendszerekre specifikált kommunikációs protokoll. A problémát más oldalról próbálta megközelíteni az amerikai Echelon vállalat, aki a LonTalk néven ismert protokollját integrált áramkörre implementálta, majd a chipet licenc jogokkal árusította többi termékgyártó számára, akik ezen IC-k beépítésével biztosították a saját termékeik más és gyártók termékei között a közös kommunikációs csatornát.

1.1.3 Épületautomatizálás megjelenése napjainkban

A folyamatos technológiai fejlődésnek, a rendszerszintű integrációnak, az internet térhódításának és a megújuló energiaforrások alkalmazásának hatására az automatizálásban egy új korszak kezdődött.

Az emberek a társadalmilag elismert mérőszám, az ökológiai lábnyom méretének csökkentésére kezdtek törekedni. Az Európai Unió klímapolitikájából is látható, hogy a jelen kor egyre nagyobb elvárásokat támaszt a létesítmények energiagazdaságos, ezáltal környezetbarát üzemeltetése és fenntarthatósága iránt. Az igények teljesítéséhez az épületautomatikai rendszer működésében a mérésadatgyűjtésnek kiemelkedő szerepet kell betöltenie, ehhez megfelelő számú mért adat és a beavatkozó jelek folyamatos rögzítése, monitorozása és elemzése szükséges. Az állapotváltozók átláthatóságához, olykor módosításához szükség van egy átfogó felügyeleti vezérlést és adatgyűjtést

megvalósító SCADA rendszerre. Az üzemeltetési személyzet számára a korszerű felügyeleti szoftverek számos különböző értesítési módot képesek alkalmazni. A nem kívánt események bekövetkezése hiba adatbázisba kerülnek rögzítésre, melyekről a számítógépen felugró ablak, hangjelzés, sms vagy email formájában riasztást küldenek az illetékes szakemberek számára. A személyzet által nem elhárítható hibák esetén a programozó szakemberek gyakran VPN kapcsolattal csatlakoznak az épület belső hálózatára, így távolról is képesek elhárítani a problémát. A könnyebb áttekinthetőséget és a széles körű elérhetőséget elősegítve mostanára egyre népszerűbbé vált a mobil applikációs megjelenítés. Az alkalmazás internet vagy bluetooth kapcsolatot használva, nem csak az épületfelügyelet szintjén képes működni, hanem a vezérlő alállomások által közvetített adatokat is elérhetővé teszi. A piacon napjainkban már számtalan DDC és felügyeleti szoftver gyártó termékei közül válogathatunk, melyek funkcionalitásukat tekintve sokrétűek, biztonsági tanúsítványokkal rendelkeznek és a legtöbb ma használt kommunikációs protokollt támogatják.

1.2 Sauter bemutatása

A vállalat történet [7] kezdete az 1910 évhez nyúlik vissza, amikor Fritz Sauter az elektromos időkapcsolóra alapozva megalapította a Fr. Sauter AG cégcsoportot. Az eszközt főleg alkonykapcsolóként alkalmazták városok közvilágításának időzítésére. A cég tevékenységi köre hamarosan bővülni kezdett, mivel 1917-ben megszületett a Cumulus néven ismert elektromosan melegíthető melegvíz-tároló, amely nagy sikert aratott. A megrendelések számának növekedésével a következő években néhány európai országra is kiterjesztette működését a cég, valamint a kezdetben Grindelwaldban található székhely áthelyezésre került Bázalbe.

A fő üzleti profil 1935-re teljeseedett ki, ettől kezdve a tevékenységi kör a légtechnikai, fűtési és hűtési rendszerek szabályzására terjedt ki, ezáltal újfajta érzékelők és beavatkozók megjelenését elősegítve a termékpalettán. Haladva a technológiai újításokkal 1974-ben bemutatják a nagyobb létesítmények üzemeltetéséhez létrehozott szoftveres vezérlést alkalmazó épületirányító rendszert. Az 1980-as évek végére már saját mikroprocesszoros vezérlőeszközzel is rendelkezett, illetve kialakított a mérnökök számára egy olyan szoftveres tervezési eszköztárt, amelyet használva a leányvállalatok önállóan képesek projekteket kivitelezni. A 2000-es évektől a rendszerintegráció egyre fontosabb szerepet kezd betölteni, ezért 2001-től kezdetét veszi a nyílt BACnet

protokoll integrálása. Az integráció hatására több termékgyártó számára kompatibilitást biztosítottak a Sauter termékek, ennek következtében a terjeszkedés a távolkelet felé vette az irányt.

Az évtized végére a vállalat a zöld épület elképzelést tűzte ki hosszútávú célként. A modulo 5 termékcsaláddal és az energiamenedzsment feladatokat ellátó Sauter EMS segítségével sikerül ismertetni, hogy miként csökkenthető hatékonyan az épületek energia felhasználása és a szén-dioxid kibocsájtása. A 2009-ben elnyert épülethatékonysági díj kiválóan tükrözi a koncepció eredményességét. A 100 éves évfordulót követően kialakítja a teljesen webes alapon működő felügyeleti szoftvert, a Sauter Vision Centert. A helyiségautomatizálás hatékonyságát megnövelte az ecos 504/505 modulok megjelenése, amely világítási rendszerek, árnyékolások és klímaberendezések irányítását tették egyszerűbbé az eszközök által támogatott BACnet/IP, KNX, DALI protokollok és SMI interfészek használatával.

A Sauter csoport jelenleg széles termékkínálattal büszkélkedhet és a világ szinte minden táján leányvállalatokkal rendelkezik, melyek magas színvonalú szakértelmet képviselve jelennek meg az épületautomatizálás iparágában. A fejlődés iránya a jövőben az IoT világa felé mutat, amelynek első eredménye a 2019-ben megjelent modulo 6 termékcsalád.

1.3 Gróf Épületautomatikai Kft. bemutatása

A szakdolgozatom témájának meghatározásában a Gróf Épületautomatikai Kft. [8] nyújtott segítséget. A cég életében a kezdetektől fogva folyamatos létszámgyarapodás és árbevétel növekedés figyelhető meg. A vállalkozás csak szakfeladatokat ellátó személyeket foglalkoztat, akik képzésükben és fejlődésükben állandó támogatást kapnak. A cég terjedelmes vevőkörrel rendelkezik az egyetemi intézmények, irodaházak, szállodák, gyárak, egészségügyi intézmények és egyéb létesítmények körében.

A Kft. feladatkörét tekintve, célzottan épületautomatikai rendszerek megtervezésével, kivitelezésével, üzemeltetésével és szervizelésével foglalkozik. A projektek megvalósítása során túlnyomórészt a Sauter termékkomponensek kerülnek alkalmazásra. A létesítmények életvédelmi feladatait ellátó gépészeti berendezésinek irányításához tűzbiztonsági tanúsítvánnyal rendelkező eszközök beépítésére van szükség, ekkor Wago irányító egységek kerülnek telepítésre. Az említettek mellett

további gyártók komponensei is forgalmazásra kerülnek, például: BELIMO, ALCO, Danfoss, S+S Regeltechnik (komponensek).

A cég szerkezeti felépítése méretéből adódóan egyszerűnek tekinthető. Az ügyvezetői feladatokat Gróf Tamás látja el. Az alkalmazottak 3 fő részfeladatot ellátó csoportba sorolhatóak: a mérnöki részleg, karbantartói részleg és a kivitelezési villanszerelői részleg.

A mérnöki szekció feladata a kiépített épületgépészeti berendezések irányítási logikájának megtervezése, majd szoftveres implementálása. A program szerinti automata működési üzemmód létrejöttét megelőzően meg kell vizsgálni, hogy a kiépítési és a villanszerelési munkálatok során minden a terveknek megfelelően lett-e megvalósítva. A programozó a DDC-k be- és kimeneteinek szoftveres felülvizsgálatával képes felfedni a szekrény szintű elkötések, kiépítési hiányosságok, illetve hibák jelentős részét. A „külsős” informatikai hálózat kiépítését megengedő létesítményeknél az eredményesebb üzemeltetés érdekében épületfelügyeleti szoftvert is megrendelnek, melynek megalkotása a mérnöki részleg további feladatai közé sorolható.

A villanszerelői részleg munkaköre a villamos kapcsolószekrények összeállítására, kábelrendszer kiépítéssel kapcsolatos munkálatokra és a beüzemelést megelőzően a terepi eszközök telepítésére és ezen eszközök biztonságos üzembehelyezésére terjed ki.

Az elkészült rendszerek átadásával a kivitelező és a megrendelő fél között rögzített időtartamú garanciális szerződés kerül megkötésre, melynek elévülésével karbantartási szerződés köthető. A karbantartó szakemberek feladata a szerződések által meghatározott hibaelhárítás, illetve esetleges eszköz meghibásodás esetén a csereszolgáltatások végrehajtása.

2 Automatizálás rendszerlemei

2.1 Irányítástechnikai alapfogalmak

2.1.1 Érzékelők és távadók

Az irányításelméleti megközelítést alkalmazva a jelátalakító [9] az adott jellemzőkkel rendelkező mért jelet más típusú és tulajdonságú jellé formálja át. Az érzékelők olyan eszközök, amelyek egy nem villamos típusú jelből jelátalakító segítségével villamos jelet vagy ellenállás változást hoznak létre. A mérendő mennyiség és a működési elv alapján számtalan érzékelő megkülönböztethető. A hétköznapiakban legjellemzőbben a hőmérsékletérzékelők osztályával találkozhatunk.

A hőmérséklet érzékelők legfőbb csoportjai:

- Ellenállás hőmérők: Platina 100, Platina 1000, Nikkel 1000 (A numerikus értékek a fémek ohmos ellenállás értékét tükrözik 0°C-on.)
- Hőelemek: vas-konstantán, chrommel-alumel, platina-ródium
- Termisztorok: PTC, NTC

Az érzékelők kimeneti folytonos mennyiségről a távadók szabványos egyenáram vagy egyenfeszültség formájában továbbítanak információt. A legfontosabb összetevőik általában a jelátalakító, elemi érzékelő, jelkondicionáló, kompenzáló és kimeneti jelillesztő áramkörök. A távadók szabványos kimeneti jelei a 0-20 mA, 4-20 mA és a 0-10 V-os jeltartományokat alkalmazzák.

Néhány példa a távadókra:

- Hőmérséklet távadó
- Páramérő távadó
- Kombinált (hő- és páramérő) távadó
- Nyomástávadó
- Áramlásmérő

2.1.2 Végrehajtó szervek

A folyamatok állapotának közvetlen beavatkozással történő megváltoztatása a végrehajtó szervek [10], másnéven az aktuátorok feladata. Az intelligens eszköz által definiált irányítási logika eredményeként létrejövő kimenő szabályzó- és vezérlő jelekből, közvetlenül vagy erősítő áramkör alkalmazásával olyan energiaszintű jeleket állítanak elő, amelyek alkalmasak a mechanikai vagy elektromos munkát végző beavatkozó szervek működtetésére.

A végrehajtó szervek a jelet hordozó fizikai jellemző alapján több csoportra oszthatóak:

- mechanikus (kapcsolók)
- hidraulikus (hengerek, motorok)
- pneumatikus (hengerek, motorok)
- elektronikus (tranzisztor, triac)
- elektromágneses (villamos motorok)
- elektro- és magnetostrikciós (transzlátorok)

2.2 Épületgépészeti alapfogalmak

Háromjratú szelep: Különböző hűtési és fűtési rendszereknél alkalmazott szelep kialakítás, mellyel folytonosan, fokozatmentesen érhető el a hőközvetítő közegek keverési folyamata. A szelepek intelligens egysége aktuális pozíció értéket szolgáltat az irányító egység felé.

Keringtető szivattyú: A fűtési vagy hűtési folyadékeringtető szivattyúk az örvényszivattyúk [11] családjába tartoznak. Belső szerkezetük egy lapátokkal szerelt járókereket tartalmaz, amely forgásának hatására a szállítandó folyadék az örvényszerű mozgás létrejöttével kerül továbbításra.

Kalorifer: A légtechnikai rendszerek hőcserélő egysége, amely a benne áramló közvetítő közeg energiáját a lemezes szerkezetén átáramló levegőnek adja át.

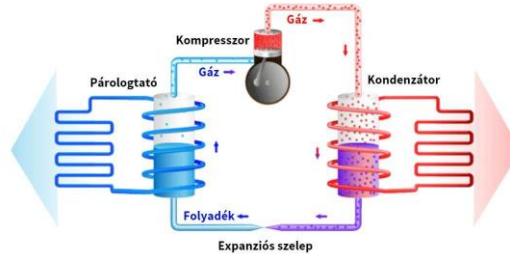
Légzsalu: A légtechnikai berendezés légellenállását és az áramló levegő mennyiségét szabályozó eszköz. A légszatórnák nyitására, illetve zárására a végállapotokban használatosak, egyéb alkalmazások esetén (például megkerülőzsalu) a szabályozható funkció is kihasználásra kerül.

Ventilátor: Legfőbb feladata a helyiségek elhasznált levegőjének elszállítása vagy a füstgáz elvezetése. Kialakításuk szerint léteznek axiális, radiális és centrifugális gépek, melyek a forgástengelyhez viszonyított áramlási irányban, az előállított nyomás nagyságában és a hatékonyságban különböznek.

A ventilátort meghajtó motor lehet aszinkron (AC) típusú, amelynél a váltakozó árammal táplált állórész forgó mágneses mezője feszültséget indukál a forgórészben. Az indukált feszültség hatására áram folyik a forgórészben, amely igyekszik megakadályozni az indukciót, ezáltal forgatónyomatékot és elfordulást képezve. A konstrukció egyszerű és költséghatékony, viszont gyenge hatásfokkal rendelkezik és a fordulatszámának állításához bonyolult frekvenciaváltót igényel.

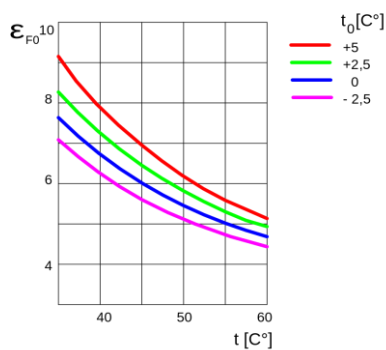
Az elektronikusan kommutált (EC) [12] motor, esetében az álló- és a forgórész szerepe felcserélődik. Az állórész tekercseire a kommutáló elektronika által meghatározott időben, adott irányú áram kerül rákapcsolásra, így az állórészben váltakozó áram folyik, amely szinkronban forog a permanens mágnesből felépülő forgórész állandó mágneses mezőjével. Az EC motorokkal rendkívül jó hatásfok és a fokozatmentes fordulatszám szabályozhatóság érhető el, viszont meglehetősen drága eszközök.

Hőszivattyú: A gépezet a környezet energiáját hasznosítva képes fűtési és hűtési feladatok ellátására. Kialakítástól függően megkülönböztethető geotermikus, levegő, valamint víz hőenergiáját hasznosító berendezés, azonban az alap működési elv, minden esetben egyezik.



1. Hőszivattyú elvi felépítése[13]

A hideg oldal egy alacsony hőmérsékleten párologó folyadékot tartalmaz, amely a magasabb hőmérsékletű környezet energiájának felvételével fokozatosan gáz halmazállapotúvá válik. A berendezés kompresszora a képződött párákat magas nyomásra sűríti, ezzel a gáz felhevülését okozva. A magas nyomású forró közeg egy hőcserélőn keresztül hőenergiájának túlnyomó részét leadja a másik környezeti oldalnak. Az átáramlott gáz fennmaradó energiája, azonban még mindig túl nagy ahhoz, hogy a hideg oldalon hőenergia felvételére alkalmas legyen. Az expanziós szelep a magas nyomású gázt adiabatikus állapotváltozásra kényszeríti, így a nyomás hirtelen lecsökkenésével a gáz kihűl, majd újra folyékony halmazállapotúvá válik. A körfolyamat ezzel a kiindulási állapotba érkezett.



$$COP = \varepsilon_F = \frac{Q_F}{W} = \frac{Q_F}{Q_F - Q_0}$$

t_0 : A környezeti hőmérséklet

t : A kondenzátor hőmérséklete

Q_F : A felső hőmérsékletszinten leadott hőmennyiség

W : A működtetéshez szükséges befektetett mechanikai munka

Q_0 : A környezetből hő formájában felvett belső hőenergia

2. A hőszivattyú elméleti fajlagos teljesítménye[14]

A hőszivattyúk jellemzésére a fajlagos fűtőtéljesítmény, másnéven COP (Coefficient of performance) mutatószám használatos. A mennyiség megadja, hogy mekkora az egységnyi hasznosított energia leadásához szükséges külső munka nagysága.

Hővisszanyerő: Az elhasznált levegő hőenergiájának hasznosításával rengeteg befektetendő energia megtakarítható. A légellátást biztosító rendszerekben megkülönböztethetők keresztlemezes, közvetítőközege és forgódobos hővisszanyerők.

A keresztáramú hővisszanyerő egy jó hatásfokkal rendelkező, kedvező árú, népszerű megoldás, amelyben az elhasznált- és a frisslevegő áramlása egy speciális hőcserélő szerkezeten keresztül, egymástól elválasztott útvonalakon történik. A rendszer az elhasznált levegő páratartalmának visszanyerésére nem alkalmas.

A légcsatornák egymástól távoli elhelyezkedése gyakran nem teszi lehetővé keresztlemezes hővisszanyerő beépítését, továbbá a tisztatéri környezetek légellátásakor nem megengedhető az elhasznált és a friss levegő minimális mértékű keveredése sem. Teljesen elszeparált, rugalmas kialakítás a közvetítőközege hővisszanyerővel valósítható meg. Az elhasznált- és a frisslevegő oldalon található egy-egy kalorifer között áramló közvetítő közeg végzi a hőenergia szállítását. A közvetítőközege hővisszanyerők, azonban alacsonyabb hatásfokkal dolgoznak társaiknál.

A nagyobb légtereknél a hőenergia visszanyerése mellett sokszor a páratartalmi viszonyok fenntartása is lényeges szemponttá válhat. A nem túl szigorú levegő higiéniai követelmények fennállása esetén a hőhasznosítás és páraarány tartás feladatának teljesítésére, a nagy hatásfokkal üzemelő forgódobos hővisszanyerő alkalmazása jelenthet megoldást. A berendezés a dobon átáramló elhasznált levegő kicsapódó páratartalmát képes a frisslevegőbe juttatva hasznosítani.

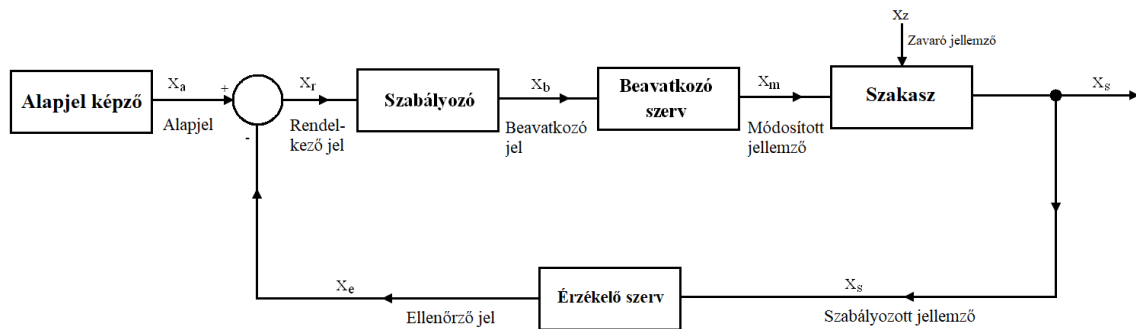
Etilénglikol [15]: A túlnyomórészt kültéri, közvetítő közeget használó rendszereknél a csővezeték elfagyásának elkerülése végett etilénglikol-víz keveréket használnak. A glikol fagyállóként alkalmazott nagy viszkozitással rendelkező folyadék, amely a vízzel kiválóan elegyedik. Molekulái a hidrogén molekulákkal masszív kötést képezve meggátolják a szabályos jégkristályok keletkezését, így létrehozva egy alacsony olvadáspontú folyadékot. (A 60%-os etilénglikol -36°C-on fagy meg.)

2.3 Vezérlés- és szabályázástechnika alapjai

Az irányított folyamatok működésének megértéséhez ismerni kell az irányítástechnika két meghatározó fogalmát, a szabályzást és a vezérlést. A két irányítási típus [16] definíciója legjobban a hatásvázlattal szemléltethető.

2.3.1 Szabályzás

A szabályzás zárt hatásláncú művelet, melynél az irányított (szabályozott) jellemző hatással van a rendszer működésére visszacsatolás formájában.



3. A szabályzási kör blokkvázlata

Az alapjelképző határozza meg azt a kívánt időben változó vagy állandó jelet, amelyet alapjelnek (x_a) nevezünk. Időben változó alapjel esetén követő, míg időben állandó alapjel esetén értéktartó szabályzásról beszélünk.

Az érzékelő szerv feladata a szabályozott jellemző nagyságával arányos ellenőrző jel (x_e) előállítás.

A különbségképző szerv az alap és az ellenőrző jeleket felhasználva egy olyan rendelkező jelet (x_r) állít elő, amely a két jel egymástól való eltéréseivel arányos, ez fogja képezni a szabályzó bemeneti jelét.

A szabályzó a beállított paramétereinek megfelelően a bemenő jelének időbeli lefolyásának átalakításával hozza létre a beavatkozó jelet (x_b).

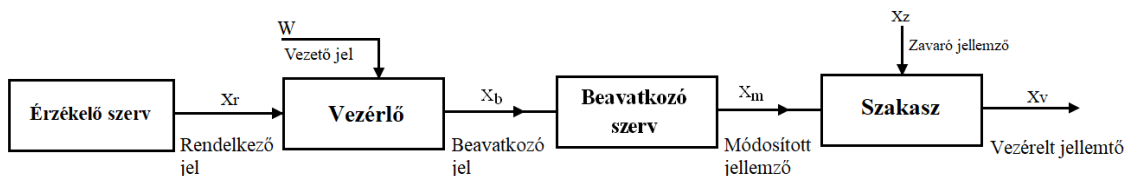
A beavatkozó szerv a módosított jellemzővel hatást fejt ki az irányított szakaszra, így előidézve a szabályozott jellemző kívánt értéken tartását vagy megváltoztatását.

Zavaró jellemző hatása

A szabályzás működéséből adódóan képes a zavaró jellemzők nemkívánt hatását eliminálni, hiszen a rendelkező jel képzéséhez a szabályozott jellemző alapjeltől való eltérését használja fel.

2.3.2 Vezérlés

A vezérlés esetén a rendszerben nem található visszacsatolás, így az irányított (vezérelt) jellemző nem hat vissza a szakaszon végbemenő folyamatra.



4. A vezérlés hatáslánca

A vezérlések alkalmazásukat tekintve 3 funkcionális csoportba sorolhatóak:

- Követő vezérlésről beszélünk, abban az esetben, ha a vezérlés indítási parancsát az érzékelő szerv állítja elő. (Például a mozgásérzékelővel ellátott világítás kapcsolás esetén.)
- Időterv alapú programvezérlés esetén a vezető jel kiadása az idő függvényében történik. (Például levegőellátó rendszer ventilátorainak időprogram alapú vezérlése esetén.)
- Lefutó programvezérlésről beszélünk, amennyiben a rendelkező jel a vezérelni kívánt folyamat állapotváltozóinak függvénye. (Például a füstcsappantyúk nyitott állapotát követően a füst elszívó ventilátor indításának esete.)

Zavaró jellemző hatása

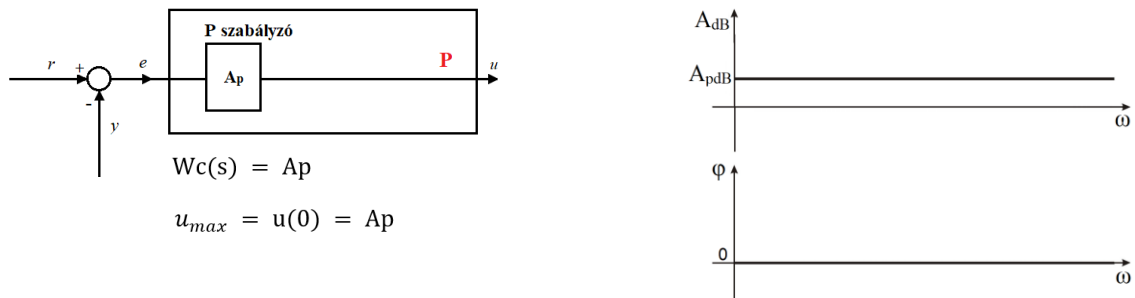
A rendszer működésére csak azok a zavaró jellemzők képesek hatni, amelyekre nem készítettük fel a vezérlő rendszerünket.

2.3.3 A szabályzó szerv működése

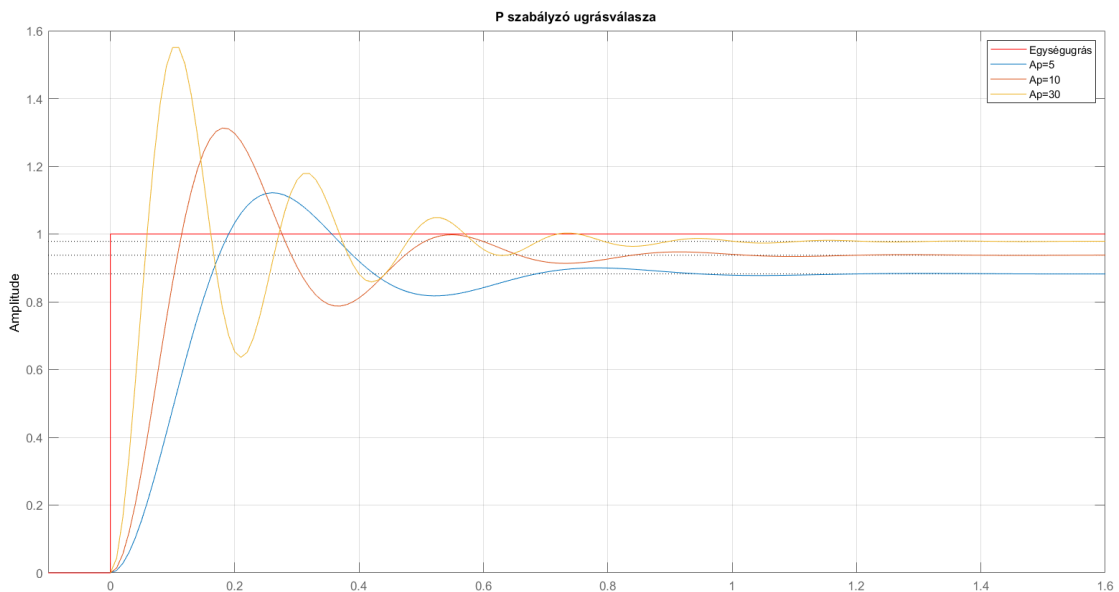
A hétköznapi és az ipari irányítások szabályzási feladatainak lebonyolítására leggyakrabban alkalmazott megoldás a PID [17],[18] szabályzó algoritmus. Széles körű elterjedése annak köszönhető, hogy az ipari szabályzási műveleteknél a szigorú követelményeket megbízhatóan képes teljesíteni. Három fő komponenséből különféle szabályzók állíthatók össze, melyek többsége a valós rendszereknél jól alkalmazható. A szabályzók modellezését a ábrák szemléltetik.

Proporcionális (P) szabályzó

Az arányos szabályzó a beavatkozó jelet a bemenetére érkező hibajel függvényében állítja elő. A létrejövő kimeneti jel annál nagyobb, minél nagyobb a szabályozott jellemző és az alapjel közti differencia.



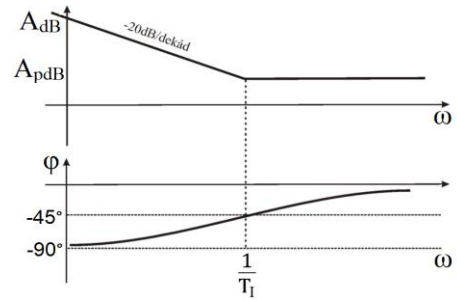
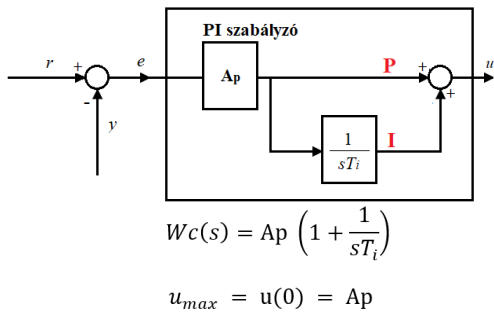
5. P szabályzó blokkvázlata, átviteli függvénye, ugrásválasz maximuma és Bode diagrammja



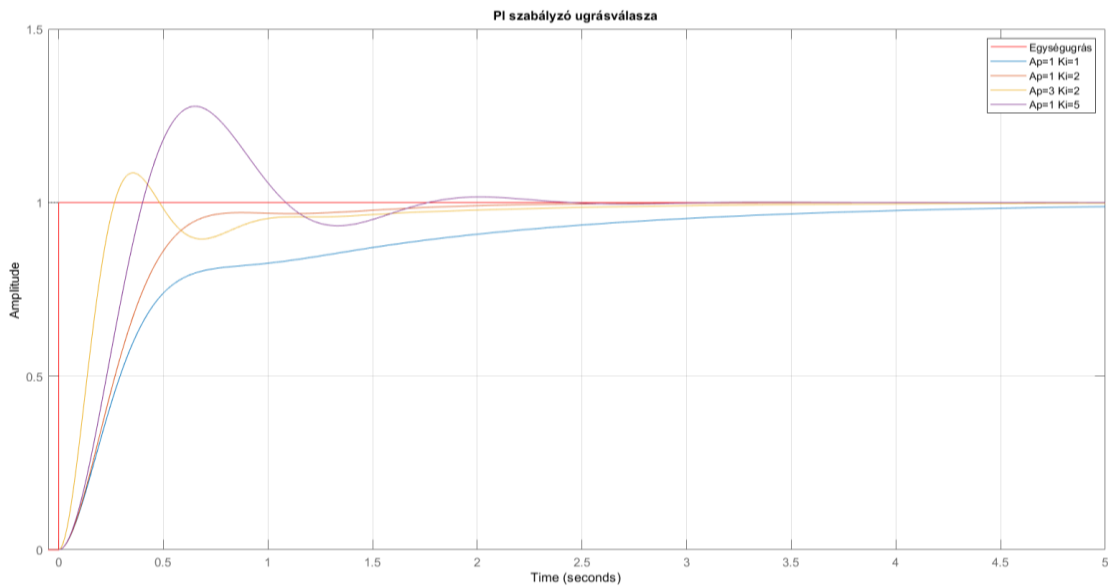
6. P szabályzó ugrásválaszát szemléltető ábra

Proporcionális-Integráló (PI) szabályzó

Az I tag a hibajel integrál értékét képezve lassítja a kimenő jel felfutását, emellett a zavaró jelek hatását zérusra csökkenti. A proporcionális tag a beérkező hibajellel arányos jelet állít elő, míg az integráló tag az arányos tag kimenő jelét lassabb felfutási idő alatt állandó sebességgel éri el. A két tag együttes hatását összegezve valósul meg a PI szabályzó.



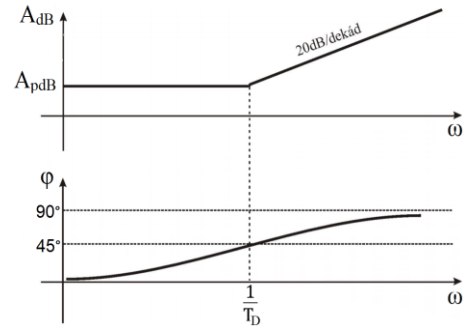
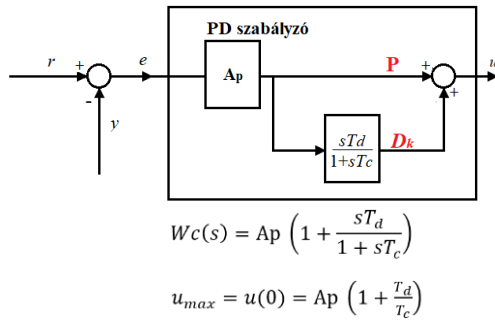
7. PI szabályzó blokkvázlata, átviteli függvénye, ugrásválasz maximuma és Bode diagramja



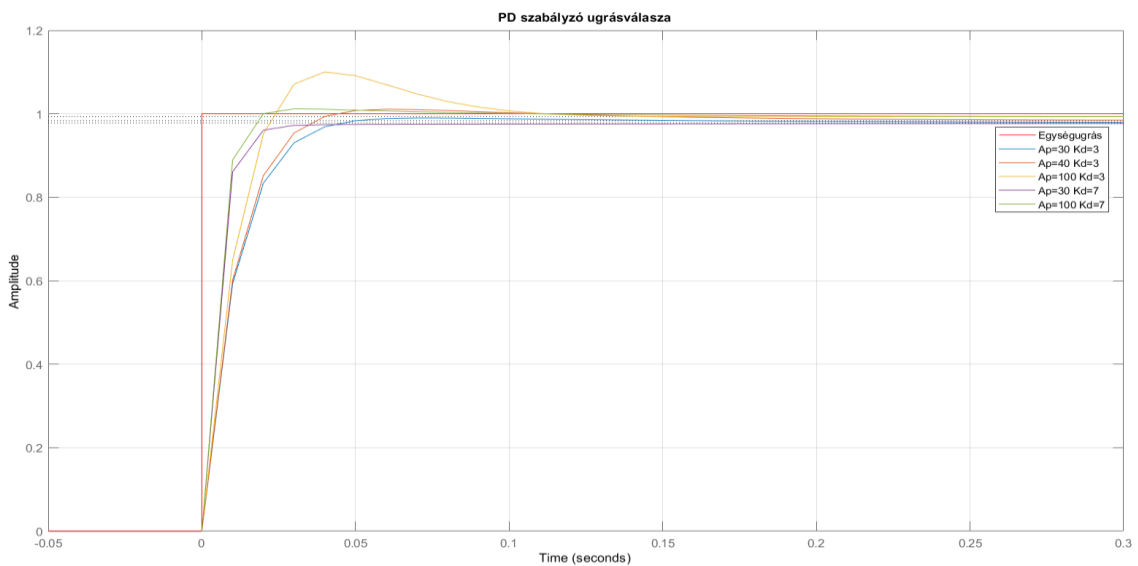
8. PI szabályzó ugrásválaszát szemléltető ábra

Proporcionális-Deriváló (PD) szabályzó

A deriváló tag a hibajel változási sebességének figyelembevételével járul hozzá a beavatkozó jel előállításához. A P és D tagok együttes alkalmazásával a felfutás gyorsasága megnövelhető, azonban túl nagy D tag megválasztása esetén a rendszer instabillá válhat.



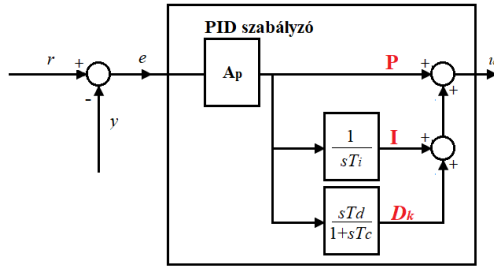
9. PD szabályzó blokkvázlata, átviteli függvénye, ugrásválasz maximuma és Bode diagrammja



10. PD szabályzó ugrásválaszát szemléltető ábra

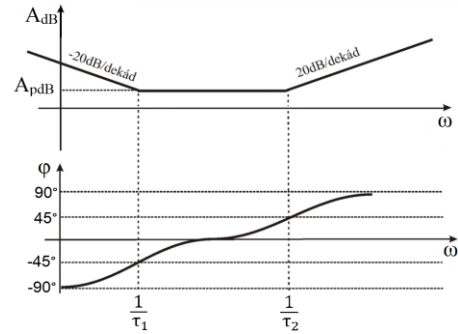
Proporcionális-Integráló-Deriváló (PID) szabályzó

Azon folyamatoknál, melyeknél a beavatkozás gyorsaságának növelése mellett, egy pontos, túllövéstől mentes, magas stabilitással rendelkező szabályzás megvalósítása a cél, akkor a három tag együttes hatását érvényesítő PID szabályzóra van szükség.

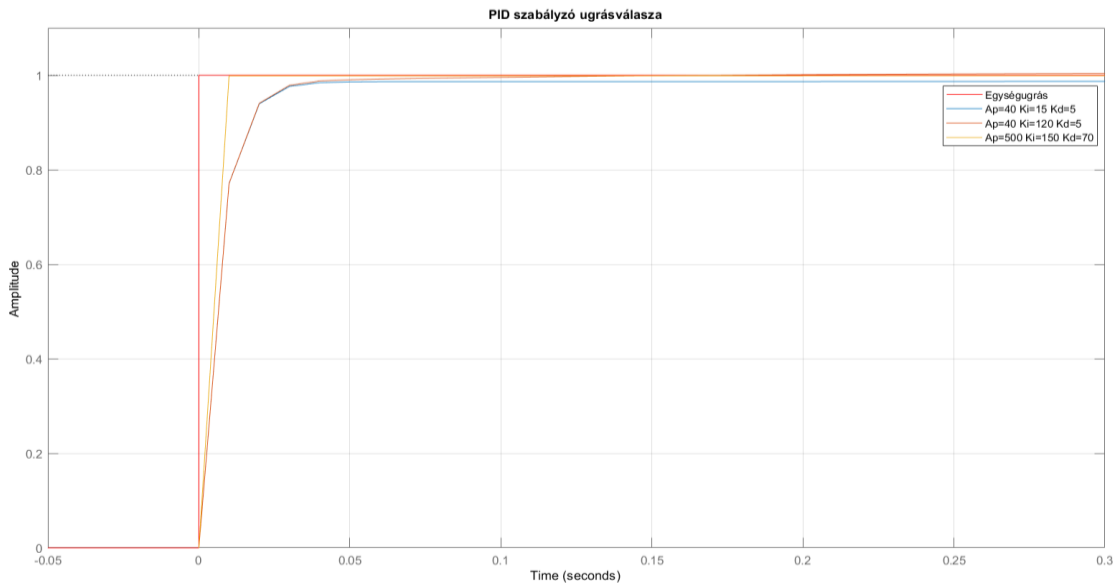


$$W_c(s) = A_p \left(1 + \frac{1}{sT_i} + \frac{sT_d}{1 + sT_c} \right)$$

$$u_{max} = u(0) = A_p \left(1 + \frac{T_d}{T_c} \right)$$



11. PID szabályzó blokkvázlata, átviteli függvénye, ugrásválasz maximuma és Bode diagrammja



12. PID szabályzó ugrásválaszát szemléltető ábra

2.3.4 Példák a felhasználásra

Az épületautomatikai rendszerekben a vezérlést igénylő eszközök száma rendszerint meghaladja a szabályozandó gépek és folyamatok számát. A meghatározott feladatot ellátó funkcionális elemek belső folyamatainak irányítása minden alkalommal specializálódott szakértelmet, illetve hosszú beállítási időt igényelne. A gépek belső folyamatainak befolyásolására irányító egységet építenek be, mely a programozó számára jellemzően csak vezérlési parancsok fogadását teszi lehetővé. A modern kazánvezérlők, hűtőgépek és a hőszivattyús rendszer elemek kiváló példái az integrált irányítóval rendelkező gépészeti egységeknek. A kisebb végrehajtó szervek, mint a keringtető szivattyú vagy a redőnymozgató motor irányítása is tartalmazhat belső szabályozott folyamatokat, azonban a programozó számára mégis vezérlési feladatot ellátó egységként mutatkozik meg.

A létesítményben lezajló környezeti folyamatok irányítása nem általánosítható, a helyiségek hőmérséklete, páratartalma és a meghatározott hőmérsékletű közvetítő közegek létrehozása összetett tervezést igényel. A valós, nagy méretű helyiségeket ellátó folyamatok szabályozása lassú beállási idővel képes elérni a kívánt feltételeket. A szabályzó tagok működéséből látható, hogy a deriváló tag bevonásával a változások gyors követése érhető el, ezért a D tag alkalmazása háttérbe szorul. A gyakorlatban az kívánt hőmérséklet és a légtechnikai szabályozások megvalósításához a P és PI tagok elegendőnek bizonyulnak.

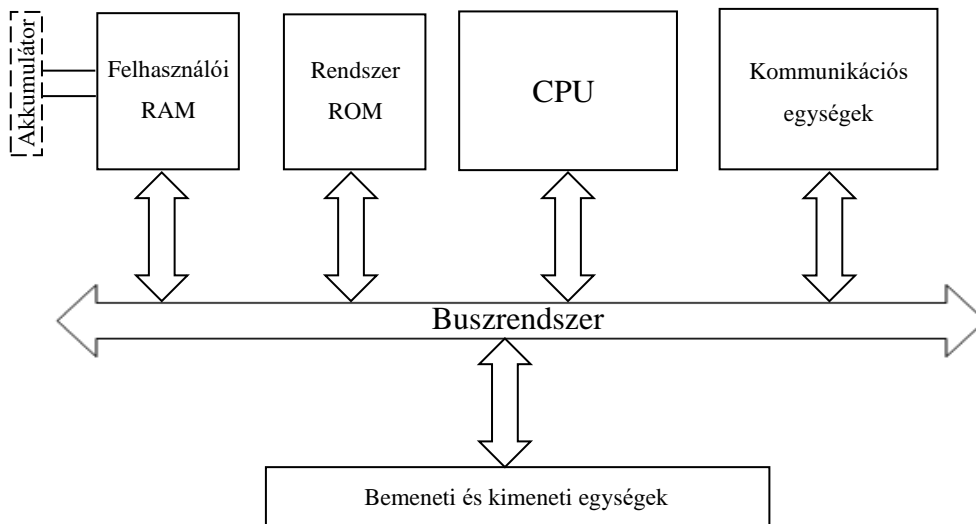
2.4 DDC eszközök bemutatása

Az épületautomatikai szakterületre specializálódott közvetlen digitális irányítók (Direct Digital Control) mikroszámítógépek, melyek szabványos feszültség szinteket használva végzik el különböző a mechanizmusok, ezáltal valós időben lezajló folyamatok szabályzását, illetve vezérlését.

A fejegység modulok feszültségstabilizálási és egyedi feszültség szint előállítási műveletek, valamint a kiegészítő modulok és az opcionális belső akkumulátorok tápellátásának biztosítása érdekében, beépített vagy bővítmódul formájában tápegységgel rendelkeznek. A gyakorlatban jellemzően a 230 VAC/ 24 VAC/ 24 VDC tápfeszültség szintek használatosak.

Az eszközök megengedett működési hőmérséklet tartománya általában 0°C és 50°C között megengedett, így üzemeltetésük során ügyelni kell a megfelelő környezeti körülmények megteremtésére, szükség esetén hűtő vagy fűtő berendezés használatával.

A DDC, mint minden mikroszámítógép nagyobb funkcionális részegységekre bontható fel.



13. DDC-k általános blokkdiagramm felépítése

A központi végrehajtó egység (CPU) [19] feladata a gépi utasítások végrehajtása, számítási és logikai feladatok elvégzése, majd ennek megfelelően a rendszer részegységeinek irányítása. A korszerű digitális irányítók többnyire 16 vagy 32 bites architektúrával rendelkeznek.

Az eszközök saját rendszerprogramja és az utasításkészlete a ROM memóriában kerül tárolásra, amely típusát tekintve szinte kizárólag a többször újraírható FLASH típusú memória.

Az írható és olvasható RAM memória a felhasználói programok és adatok tárolásának feladatát látja el. Kialakításától függően lehet EEPROM, CMOS, illetve FLASH típusú memória. Tápfeszültség-kimaradás esetén a CMOS technológiájú RAM memória tartalma elvész, ezért ilyen alkalmazásoknál külön erre a célra szolgáló akkumulátorok kerülnek beépítésre.

Az belső állapotok biztonságos fenntartása érdekében a ki- és bemenetek galvanikus leválasztása biztosított a belső részegységektől. A ki- és bemeneti egységek négy fő csoportra oszthatóak fel.

A **digitális bemenetek** kétállapotú jelek fogadására alkalmasak, melyek feldolgozásával logikai „0” vagy „1” értékek állnak elő. Megkülönböztethetőek potenciálmentes kontaktust váró, optocsatolt, illetve tranzisztoros digitális bemenetek, melyek jellemzően 50 Hz kapcsolási frekvenciáig számláló üzemmódban is működtethetőek.

A mérendő mennyiségekről információt közvetítő analóg távadók és az ellenállás változáson alapuló érzékelők az **analóg bemenetekre** csatlakoznak. A beérkező szabványos (4-20 mA, 0-20 mA, 0-10 V) áram vagy feszültség értékek egy analóg-digitális átalakító (ADC) által kvantálási és mintavételezési folyamaton mennek keresztül, így előállítva a belső digitális jelet. Az ellenálláshőmérők közvetlen csatlakoztatásakor, gyakran beépített $2\ \Omega$ értékű előtét ellenállással van biztosítva a kompenzáció, emellett a maximálisan megengedett mérőáram 1 mA értékre van meghatározva az önmelegedés elkerülése végett.

A jelenleg elérhető digitális irányító egységeknél **univerzális bemeneteket** hoztak létre a rugalmasabb tervezés érdekében, melyeket külön-külön analóg vagy digitális bemenetként konfigurálhat a programozó.

A **digitális kimenetek** kétállapotú jelek előállítására szolgálnak. Megkülönböztethetőek relés, illetve elektronikus („open collector” jellemzően triac) vezérlésű kimenetek.

	Előny	Hátrány
Elektronikus	nagy kapcsolási frekvencia, rövid válaszidő	nagy áramok kapcsolása költséges
Relé	nagy áramok könnyen kapcsolhatóak	kis kapcsolási frekvencia, hosszú válaszidő

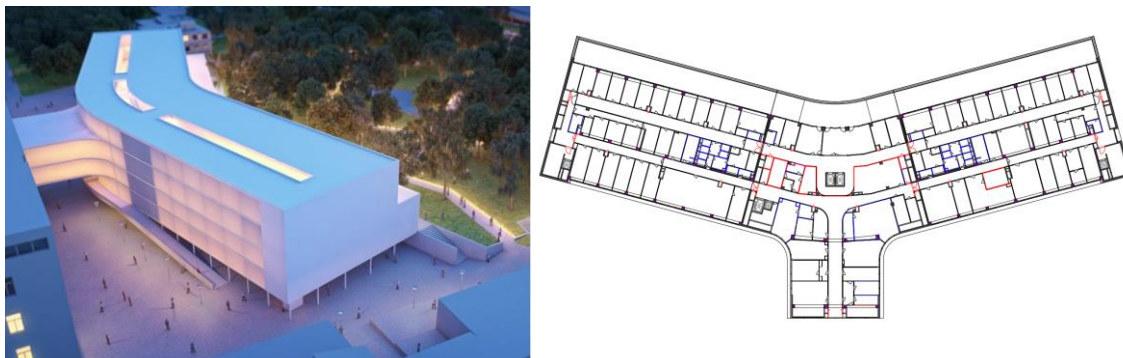
14. Elektronikus és relés kimenet összehasonlítása

A kimenő szabályzó jelek előállításához a belső digitális értékek digitális-analóg átalakításával (DAC) az **analóg kimeneteken** olyan folytonos jelek jönnek létre, melyek illeszkednek a szabványos jelszintekhez. A kimenő áram vagy feszültség értékek a megadott határok között fokozatosan állíthatóak.

A különálló digitális irányító eszközök közötti érték átadások, átvételek és a központi számítógépekkel való kommunikáció kiemelkedő szerepet játszanak egy jól funkcionáló automatikai rendszer működésében. A teljes rendszert átfogó kommunikációs hálózat kiépítése mellett, minden eszköznél beépített **kommunikációs egységre** is szükség van. A WAN és LAN portok a BACnet/IP vagy ritkábban Ethernet/IP alapú kommunikációra használatosak. A DDC-k túlnyomórészt rendelkezhetnek soros kommunikációs vonallal (RS485), melyre további kiegészítő modulok csatolhatóak, vagy egy adott protokollt használva aszinkron soros kommunikációs vonalként használhatóak (például MODBUS RTU). A legmodernebb modulok vezeték nélküli (bluetooth) kapcsolattal is rendelkeznek a mobil applikáció használatához.

3 Rendszerterv

Az új elméleti tömb a Modern Városok Program keretében épült a növekvő tanulmányi igények kiszolgálására. Az épületgépészeti tervezést az Eager Beaver Engineering Kft., az automatikai rendszerelemek túlnyomó részének programozását a Gróf Épületautomatikai Kft. végezte.



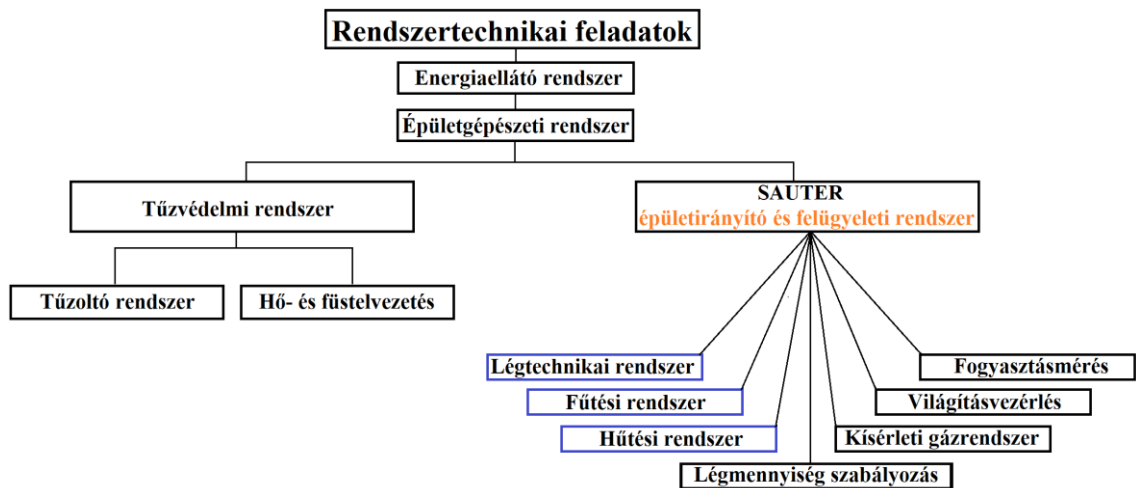
15. Az ábrákon a létesítmény illusztrációja [20], valamint az épület alaprajza látható

3.1 Az önálló tervezési feladat rövid bemutatása

Az építmény automatikai feladatainak hatékony és gyors kivitelezése, csak több szakfeladatot ellátó személy bevonásával és a projekt részegységekre bontásával érhető el. A légtechnikai, fűtési és hűtési rendszerek mellett betáplálási, fogyasztásmérési, világításvezérlési, légmennyiség szabályzási, gázellátási és tűzvédelmi rendszerek kerültek kiépítésre.

Az épületgépészeti rendszer automatikai teendőinek felosztása során a Sauter DDC eszközök által irányított légtechnikai, fűtési és hűtési rendszerek irányítási programjainak tervezési feladatát kaptam meg. A 16-os számú ábra tükrözi az épületben elvégzendő rendszertechnikai feladatokat, melyek közül színekkel kiemelve láthatóak az önállóan elvégzett feladataim. A projektmunkám által taglalt rendszerek **12 légkezelő berendezést, 4 fűtési kört és 1 hűtési kört** foglalnak magukban. A foglalatosságom célkitűzése a berendezések összehangolt és energiahatékony működtetésének megvalósítása volt. A Sauter saját fejlesztőkörnyezetében végeztem irányítási logikát abszolváló funkcióblokk programok önálló megtervezését, amely a megrendelői elvárások és specifikációk figyelembevételével történt. A működtető logika realizálását a digitális irányító egységek felprogramozása, majd a berendezések üzembehelyezése

követte. A biztonságos kezdeti üzemállapotok megteremtésével megkezdődhetett a hatékonyság növelése érdekében az irányítási folyamatok finomhangolása. A tervezési és a beüzemelési kötelezettségeken felül, az önálló projekt által taglalt gépészeti berendezések épületfelügyeleti illesztése és megjelenítése volt a végső teendőm.



16. Az önálló (kék) és a részben önálló (narancs) automatikai feladatokat szemléltető rendszertechnikai vázlat

3.2 A projekt létesítményben felhasznált eszközök, gépészeti elemek bemutatása

3.2.1 Beépített digitális irányító egységek

Az felszereltséget taglaló megállapodás elfogadását követően az elkészült épületgépészeti tervek átfogó, berendezésenként lebontott összesítőket tartalmaznak, a jelzéseket, kapcsolásokat, mért értékeket és a szabályozandó elemeket illetően. Az előálló tervadatok alapján, az ár, funkcionalitás és a biztonsági tartalék szempontjainak figyelembevételével történik a beépítendő fejegységek és a bővítőmodulok kiválasztása. (A végső állapotot a 17-as ábra tükrözi.)

Szokrénynév	EANT1	EANT2_1	EANT2_2	EANT2_3	EANT3	EANB1	EANB2_1	EANB2_2	EANB3
Berendezés	LK4	LK1, LK11	LK3, H01, F04	LK2, LK12	LK5	LK7, LK9	LK6, LK8	F01-F03	LK10
Fejegység típus	modu 525	modu 525	modu 525	modu 525	modu 525	modu 525	modu 525	modu 525	modu 525
DOI szám	51	52	53	54	55	56	57	58	59
Bővítő modulok	572	3db 572	572	2db 572	572	2db 572	2db 572	572	572
	550	551	551	551	550	551	551	3db 531	2db 531
	3db 531	2db 531	550	4db 531	4db 531	4db 531	4db 531	532	550
			4db 531					551	
AO	8	16	8	12	8	12	12	8	8
DI	59	49	75	78	75	78	78	59	43
UI	16	32	16	24	16	24	24	32	16
DO	12 R	6 R+16 OC	12 R+ 16 OC	6 R+ 16 OC	12 R	6R +16 OC	6R+16 OC	6R +16 OC	12 R

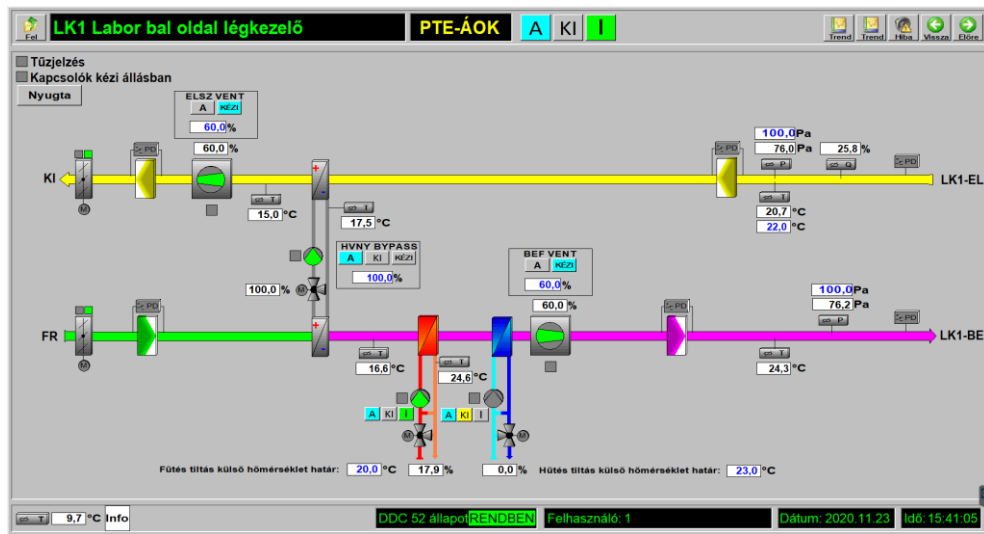
17. A táblázat a beépítésre került modulok mennyiségét és az általuk biztosított be- és kimenetek számát tükrözi

3.2.2 A gépészeti elemek és azok felszereltsége

A létesítmény légkezelő berendezéseinek közös jellemzője, hogy a kidobott- és a frisslevegő oldalon állítható zsaluval felszereltek, melyek záraskor az áramló levegő útját gátolják, nyitásuk esetén szabaddá teszik. A gépezetek a szállított levegő mennyiségétől függő meghatározott teljesítményű, egy vagy akár két befúvó-elszívó ventilátor párral rendelkeznek.

Több azonos feladatot ellátó légkezelő egység helyezkedik el az épületben, így felépítésük 4 fő csoportban kerül részletezésre.

Laborok levegőellátása-LK1, LK2, LK3

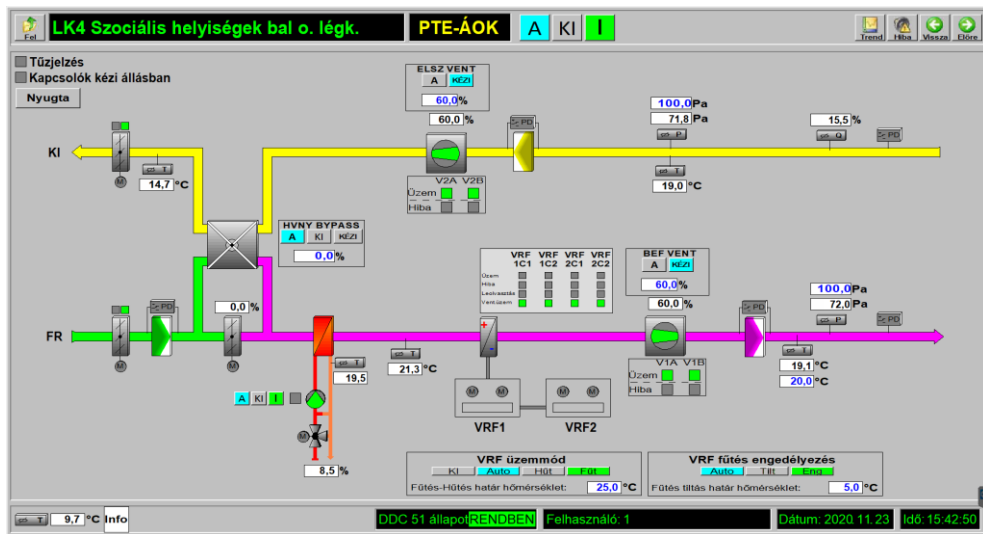


18. LK1, labor légkezelő épületfelügyeleti ábrája

Az első csoport 3 darab etilénlikol-víz közvetítőközeges hővisszanyerést alkalmazó légkezelő berendezést foglal magában. Minden gépezet a befűjt, elszívott, kidobott levegő oldalon és a hővisszanyerő után hőmérsékletérzékelőt tartalmaz. A befűvást és az elszívást biztosító légszűrőkben nyomástávadók és nyomáskapcsolók szolgáltatnak információt az aktuális nyomásállapotokról. Az összes légszűrőben eltömődést jelző szűrőkön keresztül történik a szennyezésmentes levegő szállítása. Az elhasznált levegő állapotáról egy légminőség érzékelő nyújt százalékos információt.

Hőenergia bevonását a befűvő légszűrőben egy-egy fűtési és hűtési kaloriferrel végzi melyek mindegyikéhez egy-egy keringtető szivattyú és háromjártatú keverőszelep tartozik. A fűtővíz visszatérő hőmérséklete hőmérővel figyelt.

Szociális helyiségek levegőellátása-LK4, LK5, LK6

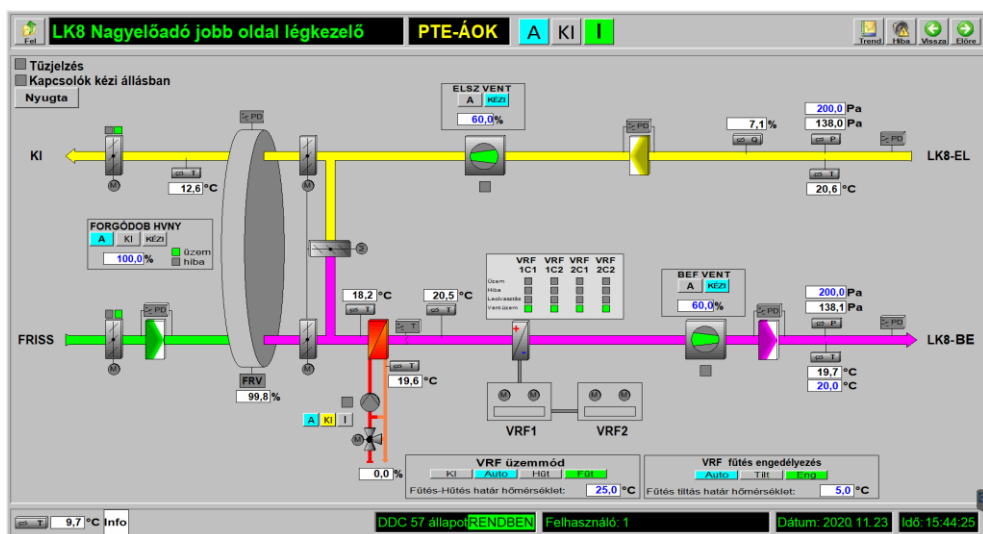


19. LK4, szociális helyiségek légkezelő épületfelügyeleti ábrája

A második csoport 3 darab keresztáramú hővisszanyerést alkalmazó, megkerülőággal rendelkező légkezelő berendezést tartalmaz. A légszűrő felhelyezése a hővisszanyerés utáni hőmérséklet érzékelőt és a kidobó oldali szűrőt leszámítva, távadók, érzékelők és szűrők tekintetében egyezést mutat az első csoport felszereltségével.

A fűtési hőenergiát alapvetően egy fűtési kalorifer biztosítja, azonban ezek a rendszerek tartalmaznak egy hőszivattyús, úgynevezett VRF kiegészítő rendszerrel szabályozott DX kalorifert, amely fűtési és hűtési hőenergia előállítását egyaránt lehetővé teszi.

Nagyelődök levegőellátása-LK7, LK8, LK9, LK10

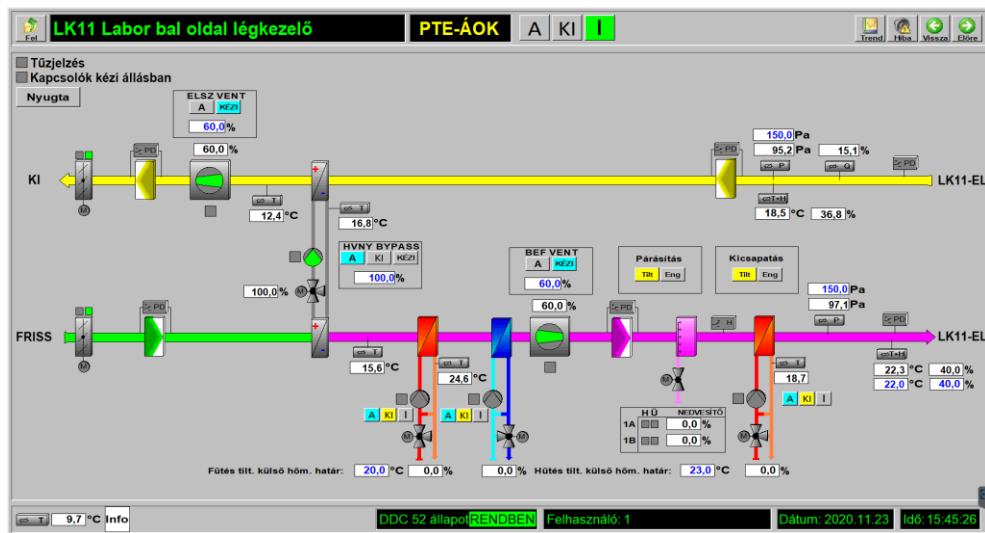


20. LK8, nagyelődök légkezelő épületfelügyeleti ábrája

A harmadik csoport 4 darab forgódobos hővisszanyerést alkalmazó, visszakeverő légcsatornaággal rendelkező légkezelő berendezést foglal magában. A levegőellátó rendszerek felszereltsége távadók, érzékelők és szűrők tekintetében megegyezik a szociális helyiségekével.

A hőenergia biztosítására a szociális helyiségekkel megegyezően egy fűtési kalorifer és egy VRF rendszer által szabályozott DX kalorifer került beépítésre.

Tisztatér laborok levegőellátása-LK11, LK12

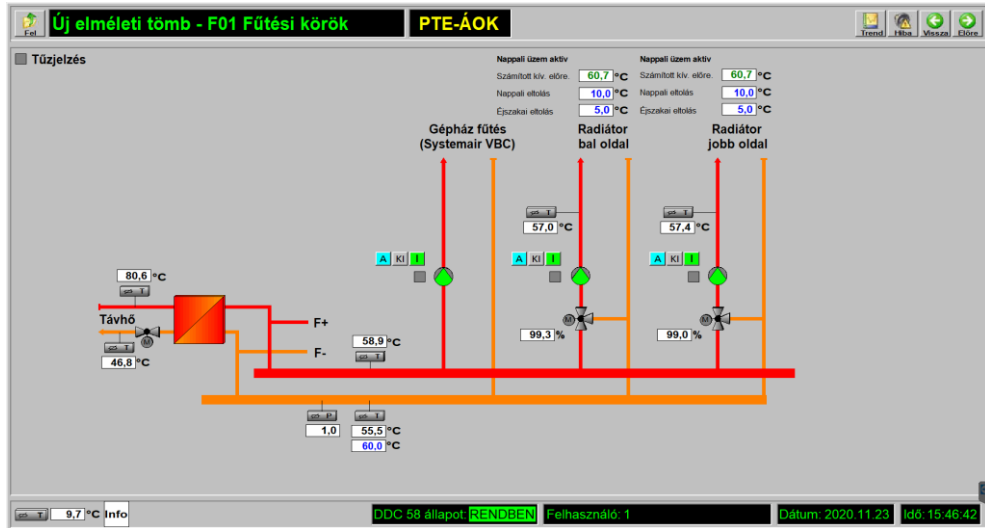


21. K11, Tisztatér laborok épületfelügyeleti ábrája

Az utolsó csoport 2 darab etilénlikol-víz közvetítőközeges hővisszanyerést alkalmazó légkezelő berendezést foglal magában. A két gépezet a túlpára jelzőt, a befúvó és elszívó ágakban található páramérőt leszámítva megegyezik távadók, érzékelők, szűrők és a hőenergia bevonásának tekintetében az első légkezelő csoport rendszereivel. A berendezések kiegészülnek az előírt páratartalmi feltételek megteremtését szolgáló párásító kamrával, illetve a pára kivonás esetén használatos utófűtő kaloriferrel.

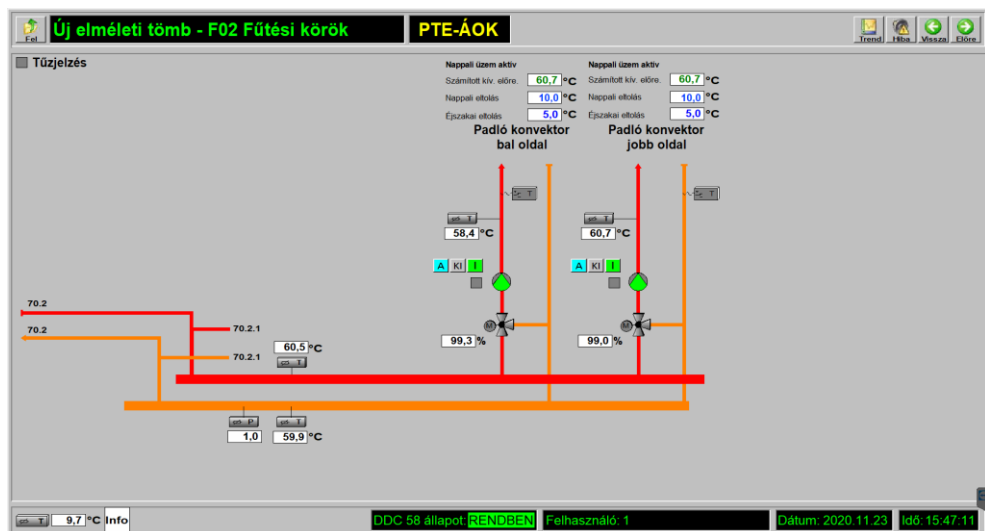
Fűtési körök-F01, F02, F03, F04

A fűtési energia távhő formájában érkezik az épületbe, majd egy hőcserélőn keresztül közvetíti az energiát a négy különálló fűtési körnek. A fűtési víz osztó és a gyűjtő csatorna minden kör esetén hőmérsékletérzékelővel szerelt. A rendszer aktuális nyomásállapotáról távadó szolgáltat információ.



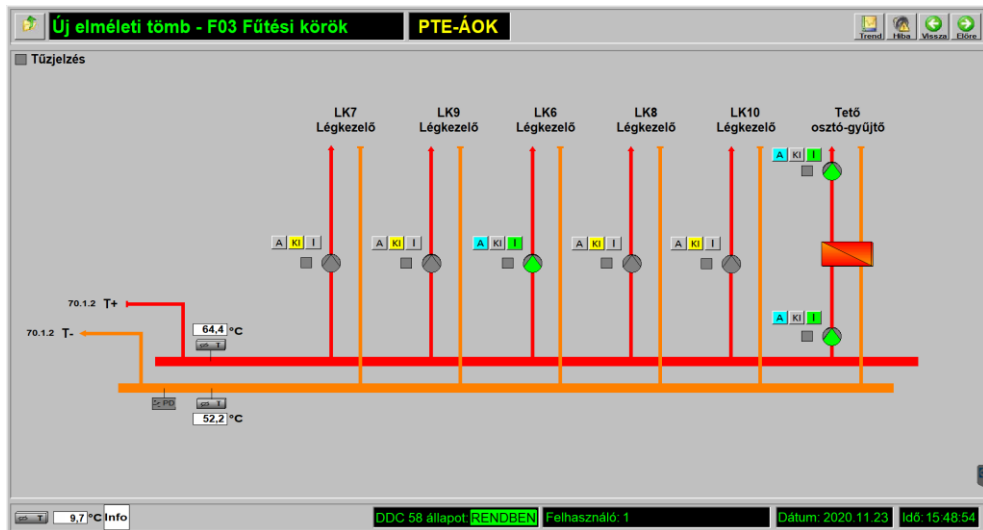
22. F01, fűtési kör épületfelügyeleti ábrája

Az első fűtési kör (F01) gépház leágazásának egy keringtető szivattyúval, az épület jobb és bal szárnyait ellátó radiátorköröknek egy-egy háromjáratú keverőszelep, keringtető szivattyú és előremenő hőmérsékletérzékelő kombinációjával biztosított a szükséges hőenergia ellátása.



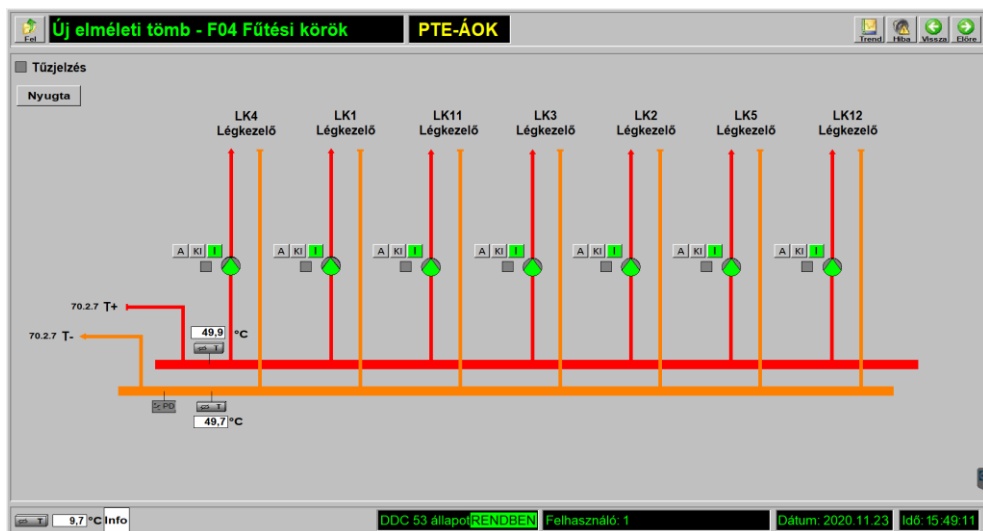
23. F02, fűtési kör épületfelügyeleti ábrája

A második (**F02**) fűtési kör a két épületszárny padlókonvektor köreit tartalmazza. Eszközhasználata az előremenő ág túlfűtés kapcsolóval történő kiegészítésétől eltekintve megegyezik a radiátor körökével.



24. F03, fűtési kör épületfelüveleti ábrája

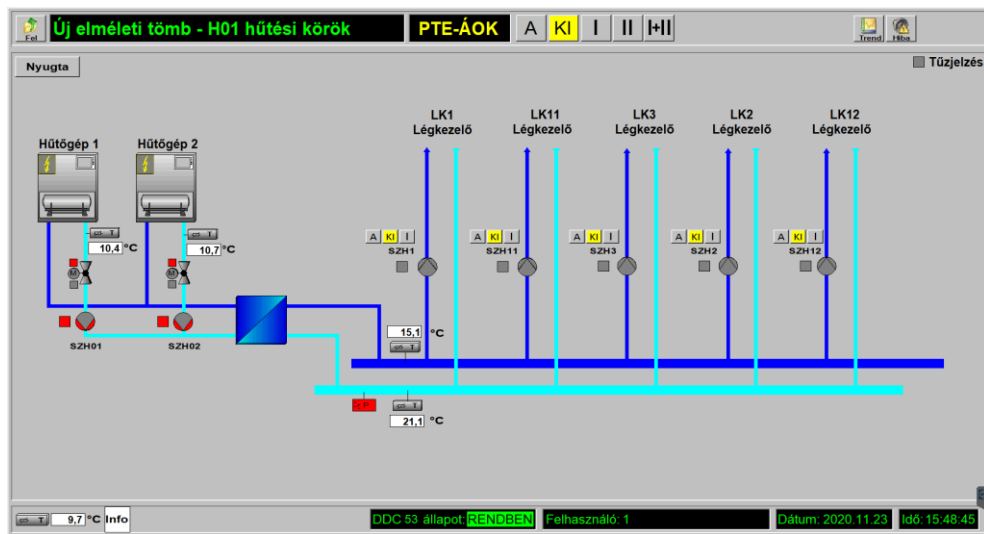
A harmadik fűtési kör (**F03**) az LK7, LK9, LK6, LK8, LK10-es berendezésekhez tartozó fűtési kaloriferek és a tetőn található negyedik fűtési kör (**F04**) számára tartalmaz leágazásokat, melyek egy-egy keringtetőszivattyút tartalmaznak. Az víz közvetítő közege a energiáját egy hőcserélőn keresztül adja át az etilénlikol-víz közvetítőközeget használó tetőn elhelyezkedő fűtési körnek.



25. F04, fűtési kör épületfelüveleti ábrája

Az utolsó fűtési kör (**F04**) a fennmaradó légkezelő fűtési kalorifereket látja el hőenergiával.

Hűtési kör-H01



26. H01, fűtési kör épületfelügyeleti ábrája

A hűtési körök hőcserélővel leválasztott egyik oldalán található a saját belső irányító egységekkel szerelt két hűtőgép, melyek a visszatérő ágban egy-egy pillangószelepet, hőmérséklet érzékelőt és keringtető szivattyút tartalmaznak. A másik oldalon az LK1, LK11, LK3, LK2, és az LK12-es légkezelők egy-egy keringtetőszivattyúval ellátott hűtési leágazásai találhatóak.

3.3 Programfejlesztés

3.3.1 Sauter programozói környezet bemutatása

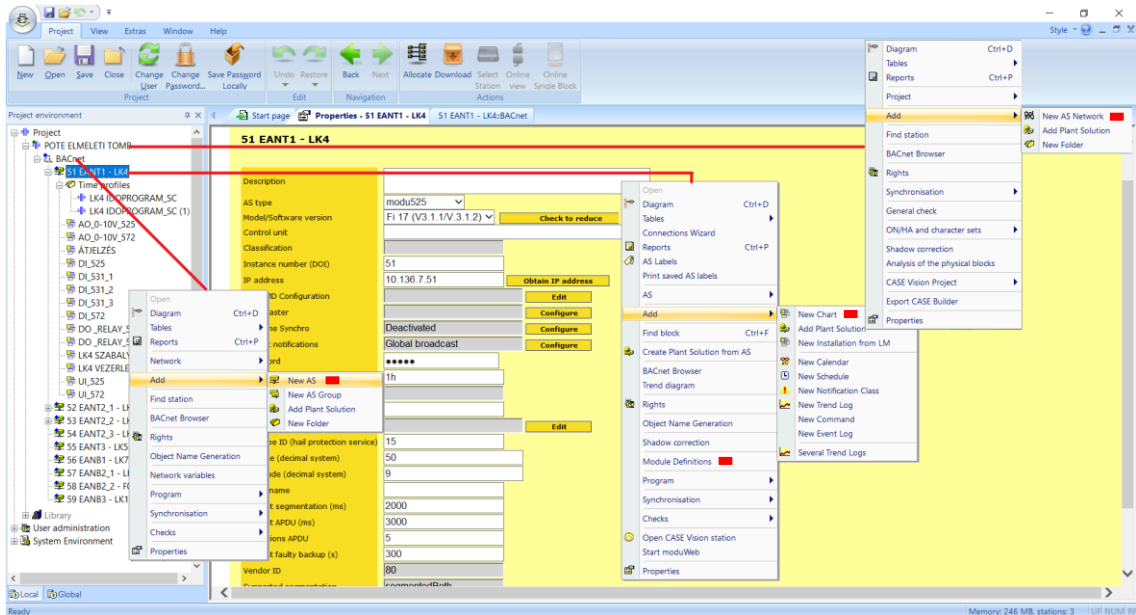
A programtervezéshez Microsoft Windows 7 verziótól kezdve kompatibilis SAUTER CASE Suite szoftvercsomagot használtam, amely több programkomponenst tartalmazó átfogó tervezési környezetet biztosít önálló projektek megvalósításához. Pontosan megtervezett és alapos vizsgálatoknak megfelelt könyvtárai számos modern energiagazdálkodási módszert és stratégiát alkalmazó eszközt tartalmaznak. A szoftvercsomag programfejlesztő komponense az IEC61131-3 (FBD) szabványnak megfelelő funkcióblokk diagramm alapú fejlesztőkörnyezet, a CASE Engine szoftver.

Projekt létrehozás

A feladatmegoldás előkészítésének első mozzanata a projekt létrehozása, ahol minden részkomponens egy jelszóval védett projekt fájlhoz létre, melyeket a CASE Suite áttekintő táblázat formájában, mappákba rendszerezve bocsátja a felhasználó rendelkezésére.

A saját Engine projekt létrehozását követően a „New AS Network” opcióval (27-es ábra) vehető fel új, külön azonosítószámmal (Network ID) ellátott kommunikációs hálózat, melynél a BACnet-IP, BACnet-MS/TP és novaNet közül az választható ki az alkalmazott DDC-k által támogatott és használni kívánt kommunikációs protokoll. A felvett hálózathoz egy legördülő menüből hozzárendelhetőek protokollal kompatibilis fejegységek. Több azonos működésű berendezéshez lehetőség van fejegység csoportot is létrehozni, ezáltal azonos programot hozzárendelve egyszerre több modulhoz. A fejegység felvételekor beállíthatóak annak paraméterei, melyek közül az eszköz IP cím és a DOI eszközazonosító beállítása a leglényegesebb. Az eszköz azonosító tetszőleges szám lehet, azonban célszerű úgy megválasztani, hogy az IP cím utolsó 3 számjegyével megegyezzen.

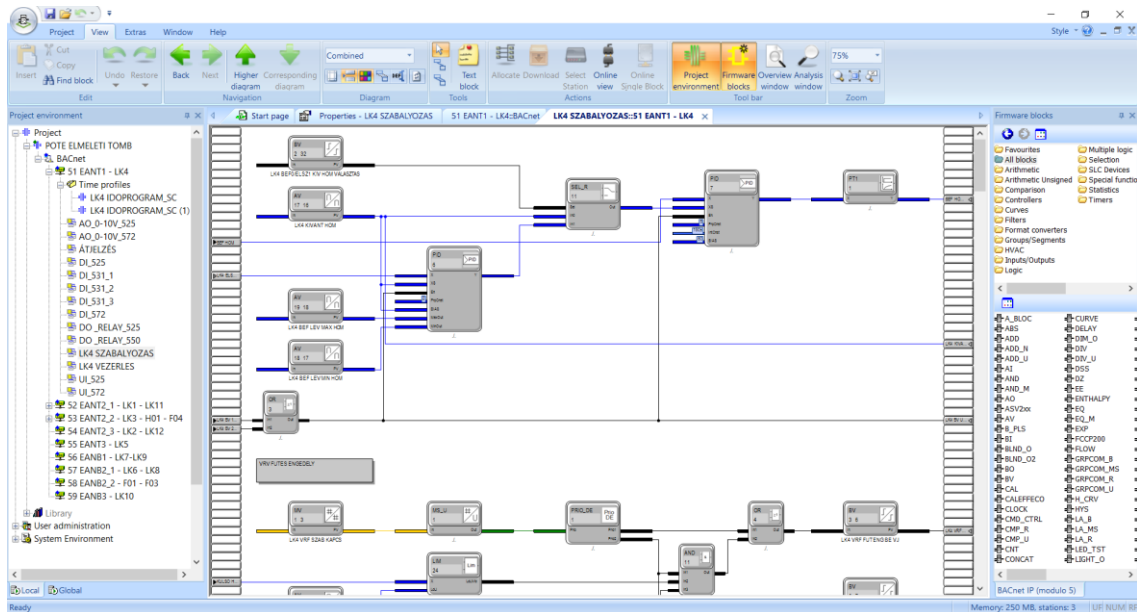
A bővítő I/O modulok, valamint az bizonyos fejegységeknél megtalálható RS485A és RS485B buszokra felfűzhető kiegészítő egységek a „Modul definitions” menüpont alatt rendelkezhető hozzá korlátozott számban az alállomásokhoz. A szoftveres modul sorrend meg kell egyezzen a valóssal, hiszen minden bővítőmodulhoz egy szoftveres azonosító kerül hozzárendelésre.



27. Kommunikációs hálózat, illetve irányító egység felvétele és azok elérhető lehetőségei

A kiválasztott alállomásnál a „New Chart” lehetőséggel nyitható meg a funkcióblokkos programozási felület, továbbá ugyanezzel az opcióval több egymásba ágyazható réteg kialakítható, így a rendszerezett programalkotást elősegítve.

A programlogika kiépítéséhez az eszköztárban (28-es ábra) megtalálhatóak a könyvtárak által felkínált funkcióblokkok, melyek „drag and drop” módszert alkalmazva illeszthetők a kitüntetett rajzterületre.



28. Az LK4-es berendezés szabályozási egységének kiragadott funkcióblokk logikája, jobb oldalon a mappákba rendezett eszköztár látható

A legújabb, modu6 eszközöket alkalmazó projekteknél további új programtervezési rétegek jelennek meg, mindemellett a ki- és bemenő jelek kezelése más megközelítés alapján történik. Jelen projekt során csak a modu5 termékcsalád digitális irányító egységei kerültek beépítésre.

Bevezető ismertetés

A fejlesztőkörnyezet a különböző adattípusokat, így a blokkok lábivezetését eltérő színekkel ábrázolja a könnyed átláthatóságot szolgálva. Minden elhelyezett objektum rendelkezik egy „instance” szám elnevezésű közös azonosítóval, amely blokk típusonként a számlálást mindig nullától kezdve inkrementálja. A blokkok meghivatkozásához egy egyedi szoftveres címre van szükség, amely a fejegyég azonosító, a blokk típusa és a blokk azonosítójának kombinációjaként áll elő. (Például az eszköz azonosító 52, az „instance” szám 8 és a blokk típus analóg bemenet, akkor a cím: 52.AI.8.PV.)

A megvalósítási folyamat következő lényeges művelete a megszokott BI, BO, AI és AO blokkok elhelyezésével a modulok be- és kimeneteinek felvétele. Minden I/O objektumnál definiálandó annak szabványos típusa (Például analóg kimenet esetén 0-10 V, 4-20 mA vagy 0-20 mA), a modul fizikai sorkapocs száma és a blokk elnevezése.

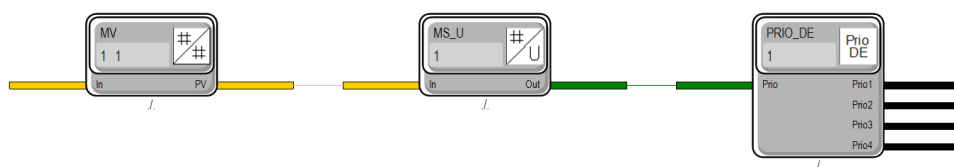
A digitális bemenetek a felügyeleti szoftver számára hibaosztályhoz rendelhetőek, valamint beállíthatóak jelzés vagy riasztás értékű bemenetként. Az utóbbi megoldás lehetővé teszi a prioritásfeltételek kialakítását a programlogikában.

Az analóg esetet tekintve a minimális, maximális méréshatárok és a mértékegység beállítása mellett megjelenik az analóg érték mennyiségi („COVIncrement”) és az időbeli („COVPeriod”) változásának fogalma. A két paraméter felelős az adatok közvetítésének gyakoriságáért a kommunikációs csatorna, ezáltal a többi alállomás és a felügyeleti szoftver felé. Az első esetben meghatározott nagyságú értékváltozás esetén, az utóbbi esetben az előírt idő lejártával következik be az adatok továbbítása. Inicializált értékeik az adattípusok értéktartományának maximumát veszik fel, ezért a pontos meghatározásuk kulcsfontosságú a helyes működés és a valós adatok megjelenítése szempontjából.

A logikai kialakításkor működési funkciók sokoldalúsága is megkövetelt, így gyakran szükség lehet programrészeket engedélyező vagy közvetlen értékbeadásokat biztosító lehetőségek megvalósítására, melyek létrehozása az „analog-value” és „binary-value” objektumok alkalmazásával történhet. A programfejlesztő számára a blokkok írási képessége engedélyezett, amennyiben a felügyeletről kívánt érték beadásának lehetősége elvárt, akkor ez a „Commandable-Writeable” funkció aktiválásával tehető meg. Kívánt érték beadáskor célszerű a biztonsági határok beállítása a nemkívánt értékadás, ezáltal a helytelen működés elkerülése végett. Másodlagos, viszont kiemelkedő szerepű a blokkok „AS-AS” opciója, amely az alállomások közötti szintén „COV” alapú értékátadások biztosítására szolgál.

Az alapvető aritmetikai, logikai és relációs műveletek elvégzéséhez a szabvány szerint implementált kapuk széles választéka áll a felhasználó rendelkezésére, mivel ezek alaptudást igénylő ismeretek, így külön részletezésére nem kerül sor.

Üzem mód állapotok

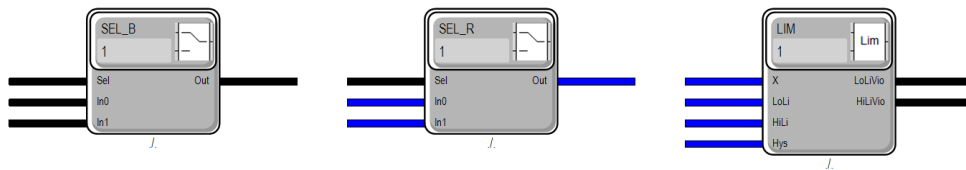


29. Az üzemmód állapotok létrehozásának kapcsolása

Az automatikai berendezések üzemmód állapotainak elkülönítéséhez a három objektum együttes alkalmazása szükséges. A legelső blokk („multi-state-value”) egész számokhoz

a programozó által definiált állapotokat rendel, a kimenő jelen a következő blokk típuskonverziót végez, így biztosítva az utolsó egység számára a megfelelő adattípust. Az utolsó blokk az állapotok kiválasztásának feladatát látja el, egyfajta demultiplexer szerepét betöltve, megjeleníti az állapothoz tartozó kimeneten a logikai értéket. A módszer egyik leggyakrabban alkalmazott példája a berendezések kikapcsolt, kézi és az automata üzemmód állapotok megkülönböztetése.

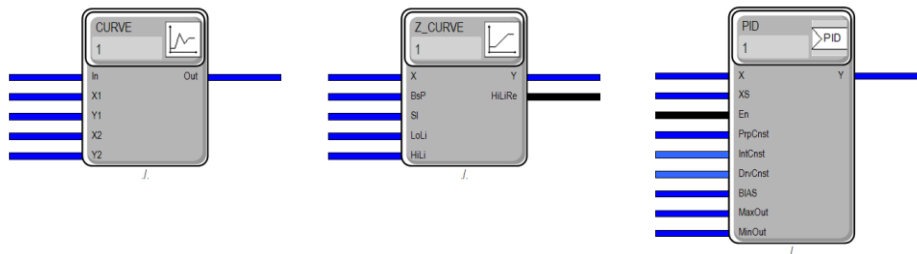
Feltételes kiválasztás és határérték



30. Az analóg-bináris kiválasztás, és a határérték feladatokat ellátó blokkok

A határértékek átlépésén alapuló vezérlőparancsok előállítás, a feltételhez kötött értéktovábbítás vagy kiválasztás gyakran alkalmazott vezérléstechnikai módszerek. Az analóg és bináris szelektor blokkok az említett értéktovábbítási típusfeladatok ellátására alkalmasak. A LIM elnevezésű blokk az alsó és/vagy felső határértékekkel, szabadon állítható hiszterézissel kiegészítve valósítja meg az eseményvezérelt parancsalkotást.

Görbék és a szabályzó modul

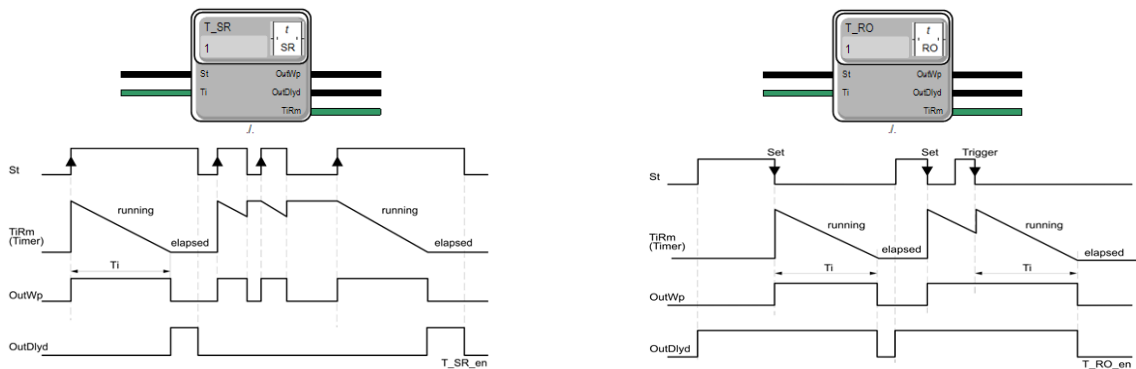


31. Szabályzási görbék létrehozását lehetővé tevő blokkok

Az analóg szabályzóértékek jeltartományának átskálázhatósága, egyedi görbék alkalmazásával sokszor szükségessé válhat. Tetszőleges kimeneti görbe alkotható az első blokk használatával, melynél az x és y koordináta értékek egymáshoz rendelésével hozható létre a kívánt lineáris szakaszokból álló függvény. Az esetek döntő többségében nem indokolt változó meredekségű grafikon létrehozása, a második (Z_CURVE) blokk a meredekség (Sl), a talppont (BsP), valamint a kimeneti jeltartomány megadásával alkalmas egy állandó meredekségű lineáris függvény létrehozására.

Végül az utolsó egység a szabályozások alapelemként közismert PID szabályzó blokk. Összetevői egyenként aktiválhatóak, így lehetővé téve a gyakorlatban használatos szabályzóösszeállítások megalkotását. Az alaptagok paraméterezése mellett, lényeges kiegészítő mutatószámként jelenik meg a BIAS, amely az alapjel és a szabályozott jellemző egyenlősége esetén a kimenetre kerülő értéket jelöli, illetve a szintén hangsúlyos inaktív állapotnál fennálló alapértelmezett kimeneti érték (DsbIVal).

Időzítések



32. Időzítő blokkok és időfüggvényeik

Az időzítő egységek látják el a programírás során indokolt élvezérelt, be- vagy kikapcsolás késleltetéseket. A működésüket az időfüggvényeik kiválóan szemléltetik.

Az eszköztár megannyi elérhető funkcióblokkot nyújt a felhasználó számára, azonban a bemutatásra került egységek ismerete elegendő ahhoz, hogy egy összetettebb, nagyobb bonyolultságú funkcióblokk program egyszerűbben átláthatóvá váljon.

3.3.2 Szabályzó paraméterezés

A szabályzó blokkok kimeneti jeltartomány határainak tetszőleges értékek választhatóak, így a programozóra bízva a saját logikája kialakítását. Az alaposan megfontolt korlátok megadása kiemelkedő szerepet tölt be az átlátható gondolatmenet és a jól követhető programlogika kialakításában. A kimeneti végérték limitek javarészt a fizikai mennyiségnek megfelelő, kívánt határok bizonyos arányú leképzése (például a szabványos áram vagy feszültségtartományok százalékos leképzése) szerint kerülnek megválasztásra. A különféle szabályzóparaméterek megállapítása számos összetett szempont figyelembevételével történik, ezért az előzetes, pontos tervezés és beállítás többnyire nem realizálható. Az elméleti tervezéshez meglehetősen sok, kezdetben nehezen vagy nem meghatározható egyéb tényezőt kellene figyelembe venni, így a tervezés folyamatát rendkívül komplikálttá téve.

Három alapvető tervezési szempont különíthető el:

- **Funkcionalitási szempont:** A berendezések által kezelt helyiségek használati szerepe nagyban befolyásolja a folyamatok szabályozhatóságának jellegét. **Első példaként** megemlítendő, hogy a steril helyiségeket ellátó légtechnikáknál az általános, komfort esettől különbözően gyorsabb nyomásszabályozás alkalmazása szükséges. A túlnyomás fenntartása kulcsfontosságú az ilyen feladatokat ellátó helyiségekben, hiszen a külső szennyezett levegő beszívargása nem megengedhető. A helyiségek funkciójától függetlenül, szinte minden esetben találhatóak ajtók vagy ablakok, melyek nyitásával a nyomás átmenetileg lecsökkenhet. A tisztatéri helyiségeknél ezen okból kifolyólag, olyan szabályzót kell létrehozni, amely a kívánt értéket a beavatkozó eszközök által követhető gyorsasággal (de nem túl gyorsan), szükség esetén kisebb túllövással éri el. Az elsődleges szempont a túlnyomás fenntartása és a szennyeződések kizárása, ezért az esetleges kismértékű beállási ingadozás és a túllövés megjelenése csak másodlagos jelentőségű. A funkcionalitási szempontot szemléltető **második példaként** a gyártócsarnokok légtechnikával kezelt terének szabályzása említendő. A befűjt vagy elszívott levegő hőmérsékletre történő szabályzás típusa a csarnokban elhelyezett időszakosan, vagy állandóan üzemelő hőtermelők, és az így előálló elszívott, kevert levegő hőmérsékleti ingadozása és energiája függvényében kerül kiválasztásra. Nagyobb ingadozás esetén befűjt

hőmérsékletre kell szabályozni, hiszen ellenkező esetben a szabályzó jelben nagyobb kilengések jelennének meg, a változó hőmérsékletű kevert levegő miatt.

- **Építészeti szempont:** A helyiségek fizikai méretei, tehát a belmagasság, a kezelendő légtér nagysága, a légcsatorna leágazások elhelyezkedése és fizikai kialakítása és sokszor az élettani hatások szintén nem elhanyagolható tényezők. Irodai környezetben a befűvő nyílások az alacsony belmagasság miatt gyakran az ott dolgozókhöz közel helyezkedhetnek el. A szélsőséges hőmérsékletű befűjt levegővel, nem csak kellemetlen körülmények, hanem túl hideg levegő esetén megfázásos vagy akár légúti megbetegedés is előidézhető. A leágazások és a befűvőrácsok kialakítása, olykor az utólagosan telepített légmennyiség szabályozó berendezések beépítése számottevő légellenállás változásként jelentkezhetnek, így nagy mértékben beleszólva a nyomásszabályozási folyamatba. A létesítmények kialakítástól függően az építészeti szempontok egyediek, így megnehezítve a zavaró tényezők felderítését és általánosítását.
- **Gépészeti szempont:** Az elérhető hőenergia nagysága, jellege és a rendelkezésre állás gyorsasága, nagyban befolyásolja a szabályozás folyamatát. Légtechnikai rendszerek fűtési hőenergiája előállítható hőszivattyús rendszer, távhő, vagy kazánrendszer alkalmazásával. Az utóbbi két esetben a hőenergia azonnal hozzáférhető, nagyrészt konstansnak tekinthető, míg az első esetben a gázrendeződés folyamata és a kompresszorok indulása hosszabb időt igénylő folyamatok, így a kívánt hőmérséklet érték lassabban állítható elő. Utólagos gépészeti bővítéssel, vagy az energiaellátás típusának megváltoztatásával (kazános rendszer helyett távhő használatával az elérhető hőenergia nagysága kissé eltérhet) vagy plusz fűtési leágazás kiépítésével a leadható hőmennyiség nagysága változhat. Alacsonyabb rendelkezésre álló hőenergiával előfordulhat, hogy a kívánt feltételek megteremtéséhez az eltervezettől különböző szabályzót kell alkotni.

Maximális pontossággal a beüzemelés előtt szinte lehetetlen energetikailag megtervezni a végső állapotnak megfelelő szabályzó paramétereket, mert az építmény előzetes kiviteli terveihez képest mindig történik változtatás. A végső átadási terveket felhasználva már bonyolultan, de lehetne elméleti levezetést társítani, azonban az épület nem adható át anélkül, hogy ne lenne elkészítve a berendezések szabályzása. Tehát az

előzetes precíz paraméterezés nem lehetséges, azonban a szabályzó kimeneti tartományának ismeretében a programozó képes olyan kezdeti, nem ideális paramétereket beállítani, melyeket használva a pontatlan szabályozással nem okoz kárt a szabályzó jelet felhasználó berendezésekben. Az irányítandó folyamatok, ezáltal a szabályzó paraméterek kezdőértékének megválasztását követően, a finomhangolási folyamat megkezdődhet. A végleges konfiguráció több hetet igénylő vizsgálat eredményeképp születik meg. Épületautomatikai projektek elkészítésével tapasztalati értékek alakíthatóak ki, amelyek más hasonló projekt kapcsán kiváló kezdőparaméterként hasznosíthatóak. A funkcióblokk programok bemutatása során nem lenne informatív a konkrét szabályzó tagok paramétereinek részletezése, ezért a továbbiakban a felhasznált szabályzó típusa és annak reakcióideje kerül említésre.

3.3.3 Alállomás programok ismertetése

A felhasznált modulok ki- és bemeneteinek felvételekor, illetve a programlogika implementálása folyamán célszerű a strukturált kialakításra, ezáltal a nagyobb funkcionális egységek létrehozására törekedni. A programozó számára így a teljes program felosztható a blokk típusonként megkülönböztetett I/O egységekre, vezérlési, illetve szabályozási részegységekre. Az ismertetés során néhány fontosabb programrészlet ábrája említésre kerül, azonban a teljes program a nagy terjedelme miatt funkcióblokk logika formájában nem csak szövegesen kerül részletezésre.

Normál laboratóriumok légkezelői

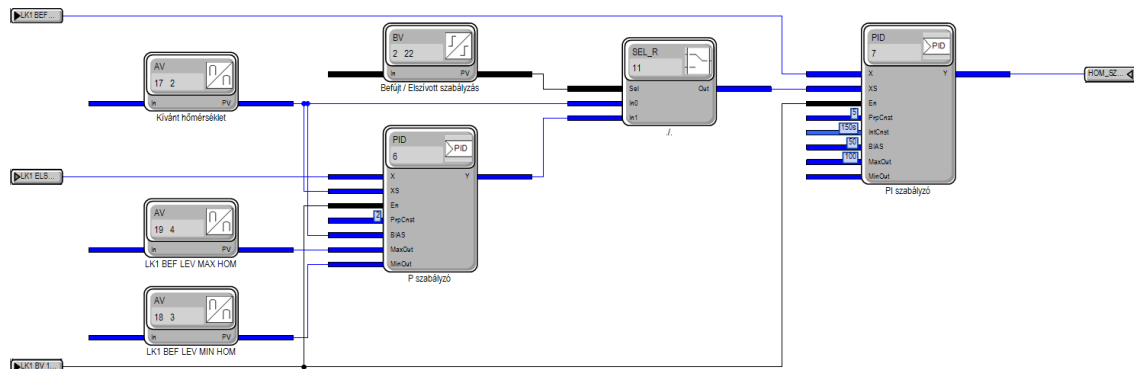
Specifikáció: A berendezéseknek 100 Pa-ra szabályozott légnyomást biztosítva, 22°C-os elszívott levegő hőmérsékletre szabályozva kell működniük. A berendezések kézi vagy automata üzemmódban működtethetőek. Az első esetben időprogram figyelembevétele nélkül a második esetben időprogram figyelembevételel történik a működés.

Programlogika: A berendezések szoftveres üzemmódkapcsolóival a befűvő és elszívó ventilátorok kézi, illetve időprogram alapú indítása történik. Az indítási parancsok, abban az esetben jutnak érvényre, ha a ventilátorokról nem érkezik hibajelzés, továbbá a hő- és füst elvezetési rendszertől a légtechnikai rendszerek megkapják az indítási engedélyt.

A befűvő és az elszívó ventilátorok fordulatszáma, ezáltal a légcsatornanyomás külön-külön állítható. A légcsatorna nyomásszabályozási feladatát egy-egy PI szabályzó megfelelően képes ellátni, melyek engedélyezési feltétele a ventilátorok üzemjele,

illetve a friss és kidobó ágban elhelyezkedő zsaluk nyitott állapota. A program lehetőséget ad ventilátorok szoftveres, kézi üzemmódjakra a tetszőleges fordulatszám százalékos értékének megadására. A direkt módon beadott értékek szintén a zsaluk nyitott és az üzemjelek aktív állapota esetén jutnak érvényre.

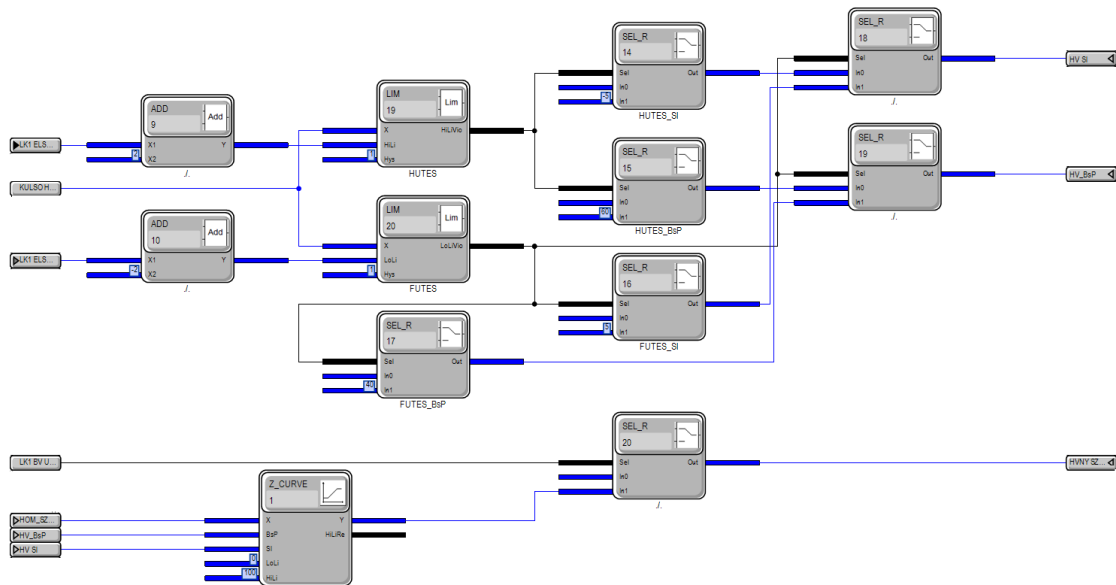
Az elszívott levegő hőmérséklet szabályozáskor fontos a befűjt levegő hőmérsékletének korlátok közé szorítása. A kívánt cél több energia bevonásával ugyan gyorsabban érhető el, azonban a berendezések által ellátott helyiségekben tartózkodó emberek számára kellemetlen átmeneti körülmények alakulnának ki. A feladat egy P és egy PI szabályzó alkalmazásával egyszerűen kivitelezhető. A megadott kívánt hőmérsékletérték és az elszívott hőmérséklet aktuális értéke függvényében a proporcionális szabályzó a befűjt hőmérsékletkorlátoknak megfelelő kimenő jelet szolgáltat. Az arányos szabályzó kimeneti jele, a befűjt kívánt hőmérséklet értéket jelenti a PI szabályzó számára. A proporcionális-integráló szabályzó a befűjt levegő aktuális hőmérséklete és a kívánt érték alapján állít elő egy 0 és 100 értékek közötti kimeneti hőmérséklet-szabályzó jelet. Mindkét szabályzó engedélyezése a befűvő ventilátor üzemjelének feltételéhez kötött. A P szabályzó kiegyenlített, illetve üzemen kívüli állapotában az elszívott kívánt értéket, míg a PI szabályzó a kimeneti tartománya felének megfelelő értéket jelenít meg a kimenetén.



33. A hőmérséklet szabályzó jel előállítása

A létrejött hőmérséklet-szabályzó jel a fűtési és hűtési keverőszelepek, illetve a hővisszanyerő működtetésére használható fel. A kaloriferek által leadható energia bevonása előtt, mindig figyelembe kell venni az elhasznált és a frisslevegőben fellelhető hőenergia felhasználásának lehetőségét. A PI szabályzó kimeneti jele egy $\pm 10\%$ -os holtzónót tartalmaz, melyben a hővisszanyerő önállóan próbálja a hasznosított energiát felhasználva megteremteni a kívánt hőmérsékletet.

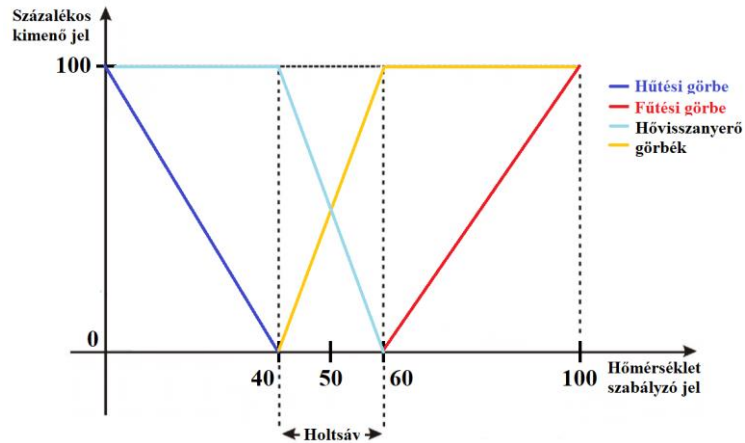
A külső és az elszívott levegő hőmérsékletének $\pm 2^\circ\text{C}$ -os eltérésekor, szükség esetén már kellő mértékben hasznosítható a közegek energiája. A differencia előjelétől függően a holtáv végértékeit jelentő hűtési vagy fűtési tartományok kezdőpontja válik a hővisszanyerő szabályzási görbéjének talppontjává. A szabályzási görbével jelen esetben a hővisszanyerőben található háromjártatú szelep állítása történik.



34. Hővisszanyerő szabályozási logikája

A lezajló folyamat működése egy konkrét állapoton keresztül szemléltethető a legjobban. Feltételezve, hogy az elszívott levegő hőmérséklete magasabb a külső hőmérsékletnél, akkor a hűtési talppont 40-es értékétől egy adott meredekségű görbe jön létre a tartomány felső határáig (35-es ábra). Az elszívott levegő pillanatnyi értéke alacsonyabb a kívánt értéknél, ezért a hőmérséklet-szabályozó jel növekedni kezd. A PI szabályzó kimeneti értéke, a görbének köszönhetően már a holtávban megkezdődik a hővisszanyerés. A létrejött jel határozza meg a friss és az elhasznált levegő energiájának arányát. Leszámítva a görbe talppontját és ellentétes előjelű meredekségét, a hűtési esetet illetően azonos gondolatmenet követhető végig.

A holtáv elhagyásával már olyan mértékű hőmérséklet differencia következett be a kívánt értéktől, hogy hővisszanyeréssel nem vonható be elegendő energia, ezért a levegő fűtése szükséges. A szabályzó fűtési, tehát a 60 és 100 közötti tartományának a 0 és 100 közötti tartományra történő leképezésével százalékos értékben áll elő a fűtési szelep lineáris szabályzó görbéje.



35. Fűtési, hűtési és hővisszanyerési görbék szemléltetése

A szabályzási lengéseket figyelembe véve, a szelep 5%-ban nyitott állapotának elérése esetén történik a keringtető szivattyú indítási parancsának kiadása. Az üzemjelzés szoftveres átjelzés formájában fűtési igényként jelenik meg a fűtési kör adott leágazásának szivattyúja számára, amely a feltétel teljesülésével elindul. A berendezések szoftveres kikapcsolása esetén a fűtési kalorifer visszatérő víz hőmérsékletének figyelése továbbra is lényeges marad, amennyiben 7°C alá esik a hőmérséklet, akkor a szivattyút az elfagyás elkerülése végett el kell indítani.

Szociális helyiségek légkezelői

Specifikáció: A berendezéseknek 100 Pa-ra szabályozott légnyomást biztosítva, 20°C-os befűjt levegő hőmérsékletre szabályozva kell működniük. A berendezések kézi vagy automata üzemmódban működtethetőek. Az első esetben időprogram figyelembevétele nélkül a második esetben időprogram figyelembevételel történik a működés.

Programlogika: A gépezetek nyomásszabályzási logikája megegyezik a normál laboroknál ismertekkel. Az elvárt működés a befűjt levegő hőmérsékletére történő szabályzást írja elő, ezért elegendő csak egy PI szabályzó alkalmazása a feladat megvalósításához. A hővisszanyerés keresztáramú esetben kiegészül a kidobott levegő hőmérsékletének figyelésével. Fagyponthoz alatti külső hőmérséklet mellett üzemelő hővisszanyeréskor, az elhasznált levegő páratartalma kicsapódását követően ráfagyhat a keresztlemezekre, így elzárva a levegő útját. Fagyponthoz közelítő hőmérsékletű kidobott levegőnél a megkerülőzsalu fokozatos nyitásával a friss, hideg levegő egy része nem a hővisszanyerőn halad át, ezzel megelőzve az eljegesedést. A feladathoz egy lassabb beállítás, folyamatosan engedélyezett PI szabályzó szükséges. A megkerülőzsalut szabályzó két jel közül mindig a nagyobb értékű jut érvényre.

A fűtési kalorifer működtetése a hőmérséklet-szabályzó jel alapján történik, a szelepnitítás 90%-os értéke mellett a VRF rendszer is bekapcsolódik a fűtési folyamatba. A hőszivattyús rendszer akkor kapja meg a fűtési engedélyező jelet, ha a külső hőmérséklet 5°C felett és a beállított fűtés-hűtés váltási határhőmérséklet 25°C alatt van. A hűtés engedélyezése a határhőmérséklet átlépési eseményét követően lép életbe. A VRF rendszer a kívánt hőmérséklet függvényében saját maga szabályozza a DX kaloriferének hőmérsékletét.

Előadók légkezelői

Specifikáció: A berendezéseknek az elszívó és a befűvő légszűrőknél 200 Pa-ra szabályozott légnyomást biztosítva, 20°C-os befűjt levegő hőmérsékletre szabályozva kell működniük. A berendezések kézi vagy automata üzemmódban működtethetőek. Az első esetben időprogram figyelembevétele nélkül a második esetben időprogram figyelembevételel történik a működés.

Programlogika: A gépezetknél a visszakeverő zsalu az elszívó és a befűvő légszűrő között, tehát a forgódob után helyezkedik el. A dob forgásának szabályozása a korábbiakban bemutatott hővisszanyerési logikán alapszik. A visszakeverő zsalu állítása a hővisszanyerő utáni hőmérséklet 5°C alá csökkenését követően egy PI szabályzó kimeneti jelével történik, ezzel elkerülve az eljegesedés jelenségét. A fűtési,

illetve hűtési üzemmódokat illetően a működés megegyezik a szociális helyiségek programlogikájával.

Tiszta tér laborok

Specifikáció: A gépezetek működése kiegészül a páraszabályzási funkcióval, mely túlpára esetén pára kivonást, alacsony páratartalom esetén párasító kamra használatát jelenti. A légkezelők az elszívó és a befűvő légszűrőknél 150 Pa-ra szabályozott légnyomást biztosítva, 22°C-os 40% páratartalmú befűjt levegőt állítanak elő. A tisztatéri levegő érzékenyebb szűrőket és intenzívebb légcserét követel meg a normál labor légkezelő rendszereihez képest.

Programlogika: A pára-szabályzó jel előállítására megegyezik a hőmérséklet-szabályzó jel előállítási logikájával, tehát egy P és PI szabályzó együttes használata elegendő a feladat ellátására. A kimeneti jel 40-es pontja alatt (túlpára) a hűtési szelep nyitása, a 60-as érték felett (alacsony páratartalom) pedig a párasító kamra szabályzása kezdődik. A szabályzó kimenő jelének $\pm 10\%$ -os holtzónójában nincs a hővisszanyeréshez hasonló páravisszanyerés. A páraszabályzási funkció közvetlenül, vagy akár épületfelügyeletről is módosítható engedélyező jelhez kötött.

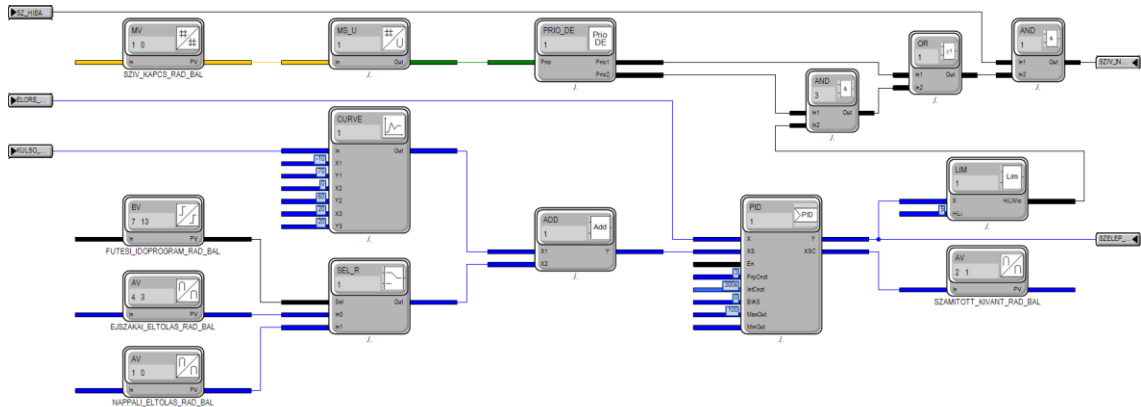
Túlpára kicsapódása során az előfűtési kalorifer használata tiltásra kerül, mert a hűtési kalorifer csak ekkor tudja kellő mértékben lehűteni a befűjni kívánt levegőt ahhoz, hogy annak páratartalma elkezdjen kicsapódni. A lehűtött levegő befűvése azonban nem lenne megengedhető, ezért a hőmérséklet-szabályzó jelet felhasználva egy utófűtési kalorifer kerül működtetésre.

Fűtési körök specifikációja és programlogikája

A távhő hőcserélőjének visszatérő ágában elhelyezkedő szabályzó szelep az első fűtési kör gyűjtő ágának kívánt értéke függvényében kerül állításra egy PI szabályzó által. A keringtetőszivattyúk indítási reteszfeltételei a körökbe épített nyomáskapcsolók alacsony nyomás jelzése.

A radiátoros, illetve padlókonvektoros köröknél a külső hőmérséklethez mérten kell előállítani a leágazások kívánt előremenő hőmérséklet értékét. A külső hőmérséklet -10°C , 0°C , 20°C -os értékekhez rendel 70°C , 60°C , 20°C -os előremenő értékeket az előírásoknak megfelelően. A programban $\pm 15^{\circ}\text{C}$ -os nappali és éjszakai görbeeltolási lehetőség van kialakítva a programozó és az épületfelügyeleti felhasználó számára. A keverőszelep szabályzó jele a megvalósult görbe alapján jön létre. A keringtető szivattyú

indítása nincs szelepnnyitási százalékhhoz rendelve, mivel a kívánt hőmérséklet elérését követően a rendszerben folyamatosan járatni kell a kívánt hőmérsékletű fűtőközeget.



36. Bal oldali radiátor kör fűtési szelepnnyitási és szivattyújának irányítási logikája

A légtechnikai körök fűtési szivattyújának üzemjelzése esetén, az adott fűtési kör megfelelő leágazásában a hőenergiát biztosító fűtési szivattyú elindul. Az eszközök hosszú idejű inaktív állapota letapadáshoz, ezáltal meghibásodáshoz vezethet, ezért a szivattyúk időprogram alapú megjárata is szükséges.

Hűtési kör specifikációja és programlogikája

A hűtési keringtetőszivattyúk indítási reteszfeltétele a rendszerbe épített nyomáskapcsoló jelzése. Az üzemmód kapcsolóval a gépek automata, külön-külön vagy egyszerre történő működése választható ki.

Az utóbbi esetben időprogram és üzemóra kiegyenlítés alapú a működés, illetve bármely hűtőgép hibaállapotának bekövetkezésekor a másik hűtőgépnek kell átvenni a hűtési energia előállításának feladatát. A hűtőgépeknek a külső hőmérséklet függvényében kell indulniuk, a beállított hőmérséklet indítási határoknak megfelelően 27°C esetén egy, 36°C esetén két gép indul.

Az üzemmód kapcsoló alapján létrejövő indítási parancs azonban csak az indítási folyamat kezdetét jelöli. A parancs nem közvetlenül a hűtőgépeket indítja, hanem a visszatérő ágban található szelepek nyitását vezérli. A szelep nyitott állapota esetén elindul az ahhoz tartozó keringtetőszivattyú. A szivattyú üzemjelének pár percre való fennállása esetén már indítható az ahhoz tartozó hűtőgép, így nem fog áramlási hibát jelezve leállni. A gépek belső szabályzásuk alapján 7-10°C-os hűtőközeget állítanak elő. A hőcserélő a hűtési osztó ág számára adja át a hőenergiát, amely a leágazásokat látja el hűtési energiával. A leágazásokban a légkezelők hűtési kalorifereit ellátó keringtető szivattyúk a beérkező igényeknek megfelelően, időprogrammal egybekötve üzemelnek.

3.3.4 Programletöltés

Minden egyes különálló alállomás program elkészültével célszerű a programfejlesztés során kialakult veszélyek, szintaktikai és egyéb hibák felderítését szolgáló „general check” opcióval egy átfogó vizsgálatot végezni.

A program letöltését megelőzően a CASE Sun programkomponens segítségével láthatóvá válnak a hálózatban lévő, már felprogramozott vagy éppen programfeltöltésre váró DDC eszközök. A programozó számítógépnek ismernie kell az adott hálózat IP cím tartományát és az alhálózati maszkját. A paraméterbeállítások elérhetőségéhez a számítógépnek egy szabad címet használva azonos tartományba kell kerülnie a programozható eszközökkel. Fontos, hogy a modulok mindig a legfrissebb verziójú belső rendszerprogrammal rendelkezzenek, ezért programletöltést megelőző elemi lépés az úgynevezett „firmware” frissítés. A változtatások végrehajtásával az eszköz újraindul, majd programozásra kész állapotba kerül.

Az elkészített projekt megnyitását követően a BACnet szekciónál ki kell választanunk a számítógép által használni kívánt IP címet, majd ki kell jelölni a programozni kívánt alállomás modult.

Az új rendszerek telepítésekor az inicializálást és idősinkronizálást végrehajtó letöltési mód szükséges, viszont a már üzemelő rendszerek kiegészítése esetén nem mindig megengedhető blokkok paramétereinek alapértékre állítása. A probléma elkerülésére a letöltés során lehetőség nyílik kiválasztani, hogy mely BACnet paramétereket szeretné a programozó megtartani vagy felülírni (jellemzően az időprogramok és a felügyeletről kiadott parancsok módosítása kerülendő). A letöltési folyamat ettől kezdve a kommunikációs hibától eltekintve nem ütközhet nagyobb problémába.

A programozott eszközök értékei és állapotai online módban a valós adatokat szemléltetik, ugyan új blokkok elhelyezésére ilyenkor nincs lehetőség, azonban egyes paraméterek valós időben változtathatóak és azonnal letölthetőek az „Apply and Download” parancs kiadásával.

A projekt programtervezési fázisa a fennmaradó finomhangolásoktól eltekintve kész állapotba került, a további feladat már csak a megfelelő dokumentációk elkészítése a végső rendszerről. A CASE Engine az elkészült program szinte minden részletéről képes egy automatikusan generált áttekintőt ún. „reportot” készíteni. A gyakorlatban előszeretettel alkalmazott a modulok I/O kiosztását tükröző beszámoló készítése.

3.4 Hő- és füstelvezetési logika

Az épület működési mechanizmusának megismerése és az épületgépészeti berendezések megfelelő működtetése szempontjából, a tűz esetén lezajló biztonsági folyamatok alapvető ismerete indokolt. A tűz terjedésének megfékezése mellett, kulcsfontosságú a létesítményben tartózkodó emberek biztonságos kimenekítése. Az építmény tűzeseti védekezését törvény írja elő, melyet annak megfelelően igazolni is szükséges.

Az épület helyiségeinek döntő többségében a tűzesetek észlelésére füstérzékelő eszközök, valamint kézi jelzésadó egységek kerültek kiépítésre. A tűzjelző központban és annak megközelítési útvonalán, valamint a menekülési útvonalakon a jobb látatósági viszonyok megteremtése és pánikhelyzet kialakulásának elkerülése céljából biztonsági világítás került telepítésre.

Típusát illetően megkülönböztethető természetes (gravitációs), illetve mesterséges (gépészeti) füstelvezetés. A tömegtartózkodási célra kijelölt helyiségekben és menekülési útvonalak mentén és a 100 m²-nél nagyobb pinceszinti helyiségekben mesterséges hő- és füstelvezetési rendszer került kivitelezésre. A rendszer irányítási feladatainak ellátására a Gróf Épületautomatikai Kft. dolgozói tűzbiztonsági tanúsítványnak megfelelő kommunikációs kábeleket, csatlakozókat és Wago programozható logikai vezérlőket telepítettek. A programfejlesztésben közvetlenül nem vettem részt, azonban a működési logikájának kialakításában segédkeztem.

A gépi füstelvezetési rendszer esetleges légcsatornákból, elszívó ventilátorokból, csappantyúkból, zsalukból, hőálló- és légpótló elemekből, valamint az irányító egységekből épül fel. A frisslevegő utánpótlás talajszíntén, a füstgáz elvezetés tetőszinten zajlik. A földszinten légpótlási feladatokat ellátó RWA (német rövidítés: Rauch und Waermeabzugs Anlage) tűzjelző által vezérelt nyílászáró ajtók, az emeleteken nyílászáró ablakok helyezkednek el, melyek automatikus nyitását biztosítani kell.

A létesítmény helyiségei az irodai, kutatási, oktatási, parkolási, kiszolgáló és gépészeti funkciói alapján kockázati szintekbe szeparálhatóak. Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat alapján, a kockázati szintek meghatározzák a maximálisan kialakítható egybefüggő tűzszakasz területét négyzetméterben. Az alapterület annál kisebb, minél szigorúbb a kockázati szint előírása. Az építményben a leírtaknak megfelelően 20 tűzszakasz létrehozására volt szükség.

A légtechnikai rendszereknek olyan kialakításúaknak kell lenniük, hogy ne segítsék az esetlegesen kialakult tűz terjedését, illetve a füstgázok átszivárgását a többi helyiségbe. A kijelölt tűzszakaszokon áthaladó, és a gépészeti aknák helyiségeiben található légcsatornák vezérelhető tűzgátló zsalukkal és csappantyúkkal szereltek, valamint tűzvédelmi minősítéssel rendelkező szigetelőanyaggal burkoltak. A hő- és füstelvezetési feladatokat ellátó helyiségek a többi, velük szomszédosaktól tűzgátló válaszfallal különülnek el. A normál szellőzési feladatokat ellátó légcsatornák többsége hő- és füstelvezetésre is egyaránt használható, viszont a tűzjelzés fennállásakor a helyiségeket kezelő légtechnikai berendezések leállítása döntő fontosságú. A tűzvédelmi központ kötelességei közé tartozik tehát, az engedélyező vezérlő jelek létrehozása az épület légtechnikai berendezései számára.

A tűzszakaszok hő- és füstelvezetési feladatainak ellátását szolgáló levegőpótló, füstmentesítő és tűzvédelmi zsaluk, illetve csappantyúk, a tűzjelzés helyétől függően megtervezett logika alapján irányításra kerülnek, ezáltal biztonságos elvezetési útvonalakat létesítve. A zsaluk és a csappantyúk előírt végállapotjelzéseinek megérkezését követően a tetőtérben található elszívó ventilátorok távolítják el a keletkezett füstgázokat. A ventilátorok teljesítményének és az említett védelmi eszközök méretének megválasztása az ellátott helyiségek légköbméter méretének függvényében történt. A rendszerben összesen 27 darab (15 darab elszívó és 12 darab befűvő) ventilátor található, melyek térfogatárama 2500 m³/óra és 139000 m³/óra között változik.

Az épület két oldalsó szárnyának lépcsőháza 50 ± 10 Pa túlnyomású, füstmentes kialakítású, melyek frisslevegő ellátása légpótló zsalukon keresztül a bűvő térből egy-egy állandó, 45000 m³/óra térfogatáramon üzemelő ventilátorok által biztosított. A lépcsőházak úgy vannak tervezve, hogy egyetlen nyitott ajtó esetén is 10 Pa túlnyomást, az összes lépcsőházi ajtó nyitott állapota esetén 1 m/s légáramlást kell fenntartani a lépcsőházból az épület belseje felé. A lépcsőházak legfelső szintjén egy-egy motoros túlnyomáslevezető zsalu biztosítja az előírt nyomásérték tartását. A lépcsőházakhoz csatlakozó bármely menekülési útvonal, bármely tűzszakaszának riasztása esetén, a túlnyomásos lépcsőház biztonsági mechanizmusa elindul.

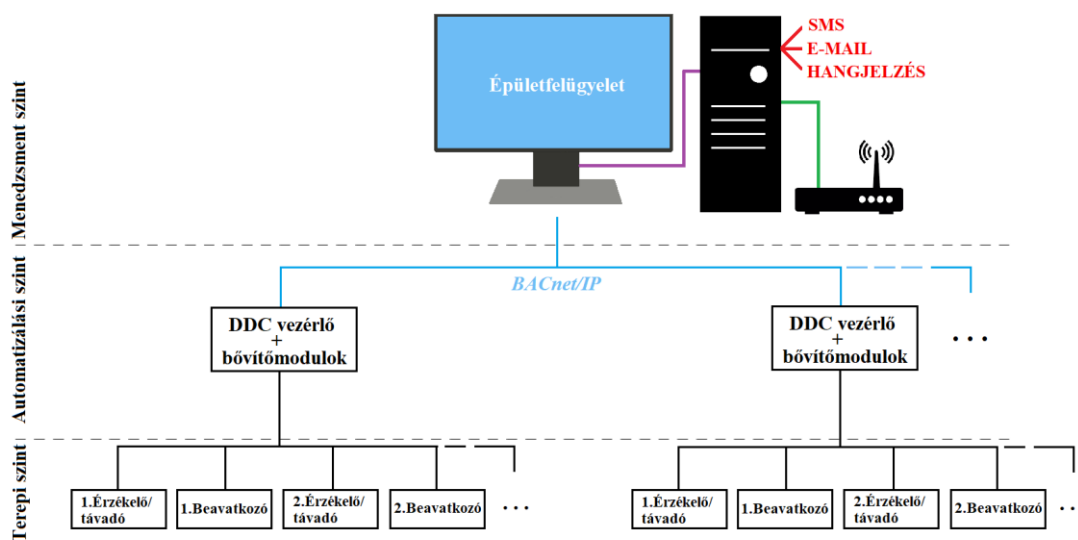
A létesítmény felvonói nem tűzbiztosak, menekítési feladatokat nem látnak el, így az előírásoknak megfelelően tűzjelzés esetén a földszintre történő irányítást követően nyitott ajtókkal várakoznak.

A hő- és füstelvezetési rendszer az épületautomatikai tervezőnek és az illetékes tűzvédelmi hatóságnak a rendszer tápellátásáról, kialakításáról, működési üzemmódjairól és logikájáról való előzetes egyeztetésének megfelelően lett kialakítva. A tűzjelző berendezés által irányított automatikus működés mellett, egy különálló úgynevezett tűzvédelmi tábló is rendelkezésre áll, amely a tűzoltó szakemberek számára a biztonsági berendezések kézi vezérelhetőségét teszi lehetővé, emellett visszajelzéseket szolgáltat a szóban forgó berendezések aktuális állapotáról.

3.5 Épületfelügyeleti szoftver felépítése és felhasználhatósága

A felügyeleti rendszer az érzékelőket, távadókat és beavatkozókat magába foglaló terepi szint, valamint az irányító eszközöket tartalmazó az automatizálási szint felett, az épületmenedzsmentért felelős rétegben helyezkedik el (37-es ábra). Az alkalmazás egy könnyen kezelhető áttekinthető felületet biztosít az épületben található rendszerelemekről, valamint elősegíti azok egyszerű irányíthatóságát és a lezajló folyamatok menedzselését. A modern felügyeleti rendszerek kardinális tulajdonsága, hogy támogatják a telepített buszrendszereknél alkalmazott szabványos kommunikációs protokollokat, így garantálva a szoftver széles körű alkalmazhatóságát.

A menedzsment feladatokat teljesítő szoftvert futtató fő munkaállomás a diszpécser helyiségben található, melynél alapvető elvárás, hogy a létesítmény belső hálózatán, valamint az interneten egyszerű elérhetőséget kell biztosítani az arra jogosult felhasználók számára.



37. Az épületfelügyeleti rendszer vázlatos felépítése

3.5.1 A szoftver általános felépítése és ellátott feladatai

A felügyeleti rendszert tervező szakember számára a szoftver egy offline- és online módban egyaránt elérhető, szerkesztő felületet biztosít a rendszerábrák elkészítéséhez.

Az egyedi képernyőméretre szabható ábrák kialakításakor az eszköztárak számos rajzolási, szöveghelyezési és formázási lehetőséget kínálnak fel, ezzel segítve az informatív illusztrációk megalkotását. A rendelkezésre álló eszközökkel nem

kivitelezhető bonyolult alaprajzok vagy fényképek szükségessége esetén, lehetőség nyílik a meghatározott formátumú képbeillesztési opció használatára.

A protokollok kompatibilitásának köszönhetően a szoftverben elérhetővé válnak a hálózatban megjelenő irányító egységek adatpontjai. A programírás során elhelyezett funkcióblokkok a szoftveres címeik felhasználásával hozzáadhatóak a felügyelet adatbázisához, amely elemeivel hibalisták és grafikonok megalkotására nyílik lehetőség. A rögzített adatpontok az elkészült grafikai ábrákhoz rendelhetőek, így állapot- és értékváltozásokat tükröző dinamikus objektumokat alkotva.

A felügyeleti szoftverben a tervezői és felhasználói szintek megkülönböztetésére egyedi felhasználónévvel és jelszóval rendelkező profilok hozhatóak létre. Minden eltérő fiókhhoz saját hozzáférési jogok állíthatóak be, azonban az adminisztrátor profilon kívül egyetlen fiók sem jogosult a felügyeleti felépítés, ábrák és a grafikai animációk módosítására vagy létrehozására. A fő munkaállomás szoftverének biztosítania kell az egyszerre többfelhasználói csoport kiszolgálását, tehát a szerver-kliens kapcsolat lehetőségét.

3.5.2 Az ábrák tartalmi követelményei

A felhasználók alapos informálásához nélkülözhetetlen a berendezések pontos működését és az általános gépészeti felépítését szemléltető ábra elkészítése, a részegységek és azok egzakt megnevezéseinek feltüntetése mellett. Egy gépészeti egység adatpontjai többnyire egy állomáson találhatóak, melyek kommunikációs hiba esetén nem szolgáltatnak információt. A felhasználók számára célszerű a hibaanalízis gyorsítása érdekében az irányító eszköz azonosítóját, valamint üzem-hiba állapotát a képen megjeleníteni. Az adatpontok vizualizálásakor grafikai animációkkal kerülnek szemléltetésre a berendezések állapotváltozásai, üzemmód, parancs, illetve értékbeadási lehetőségei. A folyamatok elemezhetősége gyanánt képenként grafikonos adatábrázolást kell biztosítani, jól megkülönböztethető színekkel és beállított mérési tartományokkal. A berendezések legtöbb részegysége rendelkezik háromállású mechanikus kapcsolóval, amely kézi állapotában felülbírálja a program szerinti működést. A kapcsolószekrényekben kialakított logika az irányító egység számára előállít egy a háromállású kapcsolók automata állapotainak „ÉS” kapcsolatát tartalmazó jelzést, amely feltüntetése szintén szükséges a dinamikus objektumok megjelenítésekor.

Az aprólékosan elkészített képek között a gyors átválthatóság lehetőségére törekedni kell. A navigációs gombokkal és a funkcionális egységeket strukturált menürendszerben elkülönítő felügyeleti kialakítással, egy egyszerűen kezelhető jól felépített rendszer hozható létre.

4 Megvalósított rendszer

4.1 Rendszerüzemeltetési ismertetés

Az épületfelügyeleti szoftver az érték- és parancsmódosítási jogosultságokkal rendelkező profiljába a „Diszpecser” felhasználónévvel és a hozzá tartozó jelszóval lehet bejelentkezni. A rendszerábrák funkcionalitás alapján elkülönülő menürendszerből választhatóak ki a kívánt képernyőgomb megnyomásával.

Minden berendezés ábrája (18-es ábrától a 26-es ábráig) rendelkezik navigációs gombokkal, melyek a menübe való visszalépést és az ábrák közötti navigálást teszik lehetővé. A megjeleníteni kívánt üzemállapotok és a mért értékek a „Grafikon” gomb megnyomásával rajzolhatóak ki. A figyelmeztetések, valamint a nemkívánt események bekövetkezése a „Hibalista” gomb megnyomásával kérdezhetőek le. Az említett funkciógombok a képek legfelső, horizontális sorában állnak rendelkezésre. A légkezelők és a hűtőgépek kiegészülnek a berendezések működési üzemmódválasztó gombjaival, melyek az aktív állapotot szürkétől eltérő, meghatározott (kikapcsolt-sárga, bekapcsolt-zöld, automata-türkiz) színnel jelzik. Az automata üzemmód esetén az időprogram és a programlogika alapján meghatározott feltételek figyelembevételével történik a működési mechanizmus megvalósulása.

A legalsó horizontális sorban az aktuális dátumról, időről, a bejelentkezett felhasználóról, a DDC állapotáról, valamint az aktuális külső hőmérsékletről jelennek meg információk. Az „Info” hivatkozás felügyeletet szerkesztő adminisztrátor számára lényeges, mert a szerkeszthető ábra elnevezését jeleníti meg.

Minden ábra a közvetlenül nem változtatható értékeket fekete színnel, míg a kívánt értékbeadási lehetőségeket kék színnel jelöli. Légkezelők esetén a befújt vagy elszívott levegő hőmérsékletszabályzásától függően az adott légszatórnánál található a kívántérték beadási lehetőség. A ventilátorok fordulatszám és a hővisszanyerő berendezések százalékos értékének módosítása a részegységek „Kézi” üzemmódjának aktív állapota esetén jutnak érvényre. A fűtési- és hűtési kalorifereknél a hőenergia bevonásának engedélyezésére külső hőmérséklet határ állítható be. A hőszivattyús rendszereknél az üzemmódkapcsolókkal lehet váltani a fűtési-, hűtési- és automata üzemmódok között. A VRF rendszerek engedélyezése legalább 3°C-ig szabadon állítható

az ábrán található „VRF fűtés engedélyezés” szekció használatával. A páraszabályzást alkalmazó rendszereknél a párásítási és pára kivonási funkciók szabadon engedélyezhetőek, illetve tilthatóak.

A rendszerek összes keringtetőszivattyúja program szerinti automata, valamint kézi üzemmódban direkt módon működtethető.

A radiátor- és a padlókonvektor köröknél zöld színnel jelölt érték a külső hőmérséklet függő számított kívánt előremenő hőmérséklet görbe aktuális értéke, mely közvetlenül nem módosítható. A görbe meredeksége a nappali, illetve az éjszakai eltolásokkal változtatható $\pm 15^{\circ}\text{C}$ -al.

4.2 Az épület üzemeltetésének ismertetése automatika nélkül, majd automatikával

Az új elméleti tömb hatalmas $11\,223\text{ m}^2$ alapterülettel, és a parkolósinttől számítva 4 emelettel rendelkezik. A már bemutatott épületgépészeti elemek mellett egy komplex tűzjelző rendszer, a laborokat speciális gázokkal ellátó érzékelőkkel szerelt gázrendszer, emeletenként kapcsolható és mozgásérzékelő világítás vezérlés, a betáplálást biztosító két transzformátor, illetve a villamos és a víz fogyasztásmérések szolgáltatnak folyamatosan mért adatokat, olykor igényelnek beavatkozást. A villamos kapcsolószekrényeket és a szakdolgozatban bemutatott berendezéseket tartalmazó gépházak az épület tájolásától függően főként a parkolósinten, a földszinten és a tetőn helyezkednek el. A rendszer mindemellett kiegészül az emeletenként elhelyezkedő szint elosztószekrényeket tartalmazó helyiségekkel is.

A teljes rendszer a beérkező információk és a kimenő irányítások tekintetében körülbelül 15 000 adatpontot tartalmaz. Egy átlagos 8 órás munkarendben dolgozó szakfeladatot ellátó rendszerfelügyelő személy, egy teljes műszak alatt nagyjából 120-150 adatpontnak megfelelő feladatot képes önállóan ellenőrizni és irányítani. Felmerülő hiba esetén, annak súlyosságától függően a kiszorgálható adatpontok mennyisége drasztikusan lecsökkenhet. A gondolatmenet alapján az épületben felmerülő irányítási feladatok átfogó biztosítására 100-150 fős napi 8 órában foglalkoztatott szakszemélyzetre volna szükség. A nagyméretű személyzet folyamatos tevékenységével zavarná a hallgatók és az egyetemi dolgozók munkáját, jelentős kiadásokat vonna maga után a bérköltségeket illetően, emellett nehézséget okozna a hatékony, hibázási lehetőségek számát minimalizáló, összehangolt személyzet működésének

megszervezése is. Tűz esetén kulcsfontosságú az épületben tartózkodó emberek evakuálásához a megfelelő menekülési körülmények megteremtése. Vészhelyzet esetén a szakszemélyzetnek is kötelessége elhagyni az épületet, tehát a hő- és füstelvezetési feladatokról nem volna képes gondoskodni. Összességében elmondható, hogy a létesítmény méreteiből és rendszerösszetevők számából bebizonyosodik, hogy kiépített automatikai rendszer nélkül szinte lehetetlen volna teljesíteni az elvárt követelményeket. Épületautomatikai rendszer telepítésével minden az előírásoknak megfelelően önállóan képes üzemelni, ezért a berendezések megfelelő működtetése nem jelent problémát, a figyelem ennek okán az energiahatékony fentarthatóság felé fordul. A korszerű épületfelügyeleti szoftvernek köszönhetően a teljes rendszer áttekinthetővé válik, ezért elegendő legfeljebb 5 főből álló szakszemélyzet alkalmazása az épület rendszereinél felmerülő feladatok ellátására. A felügyelet által szolgáltatott adatok tükrözik a keletkezett hibák pontos megnevezését és elhelyezkedését, melyekről az elérhető közlési módok alkalmazásával a számítógép azonnal értesíti az illetékes személyt. A szerver-kliens kapcsolatban kiépített számítógépes struktúra lehetővé teszi, hogy egyszerre több személy, különböző számítógépekről hozzáférjen a rendszerelemekhez. A folyamatos adatrögzítésnek köszönhetően a grafikonok elemzésével a lezajló folyamatok hatékonysága bizonyos mértékben növelhető, illetve fény deríthető a rendszer esetleges hiányosságaira és kiegészítési lehetőségeire. Az épület és az emberek biztonságáért felelő komplex hő- és füstelvezetési mechanizmus működtetése vészhelyzet esetén tűzbiztonsági tanúsítványnak megfelelő eszközök által azonnal biztosított.

A létesítmény automatika rendszerének kiépítése ugyan költséges, azonban a befektetett pénzösszeg az energia megtakarításnak köszönhetően aránylag rövid távon megtérül. A modern létesítmények működése elképzelhetetlen egy mindent átfogó automatikai rendszer telepítése nélkül.

5 Tesztelés

Az automatikai rendszer programjainak összeállítására és az eszközök üzembehelyezésére előre megtervezett ütemtervnek megfelelően kevesebb mint fél év állt rendelkezésre.

A beüzemelési munkálatok folyamán elsőként a kommunikációs hálózatnál jelentkeztek kisebb-nagyobb problémák. Az egymással párhuzamosan futó, különböző kivitelezők által végzett tevékenységek során a telepített CAT6 U/FTP típusú kábelhálózatban fizikai sérülések keletkeztek. Kábeltesztelő műszerrel sikerült kimérni, majd cserélni a hibás hálózati útvonalakat, illetve a sérült RJ45 típusú kábelvégeket.

Az elektromechanikus logikát tartalmazó villamos kapcsolószekrények letesztelt állapotban érkeznek a helyszínre, ezáltal hibajelenségek csak a helyben bekötésre kerülő állapotjelzések, illetve a vezérlő és szabályzó kimeneti jelek véletlenszerű elkötéséből adódtak, melyeket a villanszerelő kollégák könnyűszerrel orvosoltak. A DDC irányító egységek szintén a kapcsolószekrényekbe kerülnek beépítésre, melyek az adott berendezések környezetében helyezkednek el, ezáltal megkönnyítve a tesztelési és üzembehelyezési munkálatokat. Az irányítási programok letöltése, a szekrényeken található kézi kapcsolók kikapcsolt állapotában történt meg, ezzel a berendezések összetevőinek biztonságos alapállapotát fenntartva. A ki- és bemenetek tesztelésében nagy segítséget nyújtott a programkészítés befejeztével készített „report”, amely könnyebben átláthatóvá tette az I/O kiosztást. A kimenő és bejövő vezérlőparancsok, valamint a szabályzójelek egyesével kerültek felülvizsgálásra.

A légtechnikai berendezések legtöbbje aszinkron motorral szerelt ventilátorokat tartalmazott, melyekhez a szükséges frekvenciaváltó beállítási folyamatát a tapasztalt kollégák készséggel demonstrálták számomra. Az alapbeállítás során a motortestre rögzített fémtábla szolgáltatott a gyári motor adatokról információt, amelyeket a frekvenciaváltó eszközbe kellett betáplálni. A nyomástartományok beállítása a berendezések levegőmennyiség továbbítását meghatározó szakember utasításai alapján történtek. A légtechnikai berendezések üzemszerű működése csak a légcsatornák teljes mértékű megtisztítását követően jöhetett létre, ezért a kezdeti beüzemelés folyamán csak alacsony fordulatszámokon üzemelhettek a ventilátorok.

A fűtési körök teszteléséhez a távhő megérkezésére, a rendszer légtelenítésére, illetve a keringtető szivattyúk ellenőrzését végző szakemberre várni kellett.

A hűtőgépek és a hűtési körök üzembehelyezése a nyári időszakban kezdődött meg az előnyös időjárási viszonyok fennállása miatt. A belső vezérlő egységeik beállításait a gépeket szolgáltató cég szakemberei végezték. A beüzemelést követően a hűtőgépek inaktív állapotba lettek helyezve a téli időszakra.

Az irányító egységekre töltött programok néhány apró szintaktikai hibáktól eltekintve megfeleltek a kívánalmaknak. A jelenleg fennmaradó feladat a megrendelő igényei szerint az alállomás programok, ezáltal az irányítandó folyamatok további finomhangolása.

A projektben való részvétellel hasznos szakmai tudásra tettem szert, önállóan megtervezhettem és elemezhettem egy modern, komplex létesítmény épületgépészeti berendezéseinek irányítási logikáját. A saját feladataimmal párhuzamosan futó automatikai feladatokba betekintést nyertem, melyből nyilvánvalóvá vált, hogy a szakmai jártasságomhoz az ismereteim további folyamatos bővítése szükséges.

6 Köszönetnyilvánítás

A szakdolgozat ezen részében szeretnék köszönetet mondani mindazon kollégáknak, akik a projekt és a dolgozat elkészítése folyamán segítségemre voltak. Szeretném külön köszönetemet kifejezni Éles Dánielnek és dr. Orosz Györgynek a felelősségteljes és precíz konzulensi munkájuknak az elvégzéséért.

Irodalomjegyzék

- [1] Épületautomatizálás, Wikipedia, (2019. április 26.)
<https://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%89p%C3%BCletautomatiz%C3%A1l%C3%A1s>
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [2] Warren S. Johnson, Wikipedia, (2020. augusztus 3.)
https://en.wikipedia.org/wiki/Warren_S._Johnson#cite_note-3
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [3] Gépészeti automatizálás: Az irányítási rendszerek fejlődése,
Dr. Szabó Tibor (2012)
https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0017_39_gepeszeti_automatizalas/ch07.html
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [4] Programmable logic controller, Wikipedia, (2020. december 4.)
https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [5] MIDAC (CRC), Wikipedia, (2020. november 30.)
[https://en.wikipedia.org/wiki/MIDAC_\(CRC\)](https://en.wikipedia.org/wiki/MIDAC_(CRC))
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [6] A Brief History of Building-Automation Interoperability, Earl Gray, M.C.S.E.,
February 1, 2001
<https://www.csemag.com/articles/a-brief-history-of-building-automation-interoperability-2/>
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [7] The Sauter company history
<http://www.sauterme.ae/history.html>
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [8] Gróf Épületautomatikai Kft.
http://www.grof.hu/?page_id=3122
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [9] Ipari Irányítástechnika tantárgy, belső egyetemi jegyzet, Kovács Gábor
[utolsó hozzáférés: 2019]
- [10] A folyamatirányítás eszközei, Dr. Telkes Zoltán
https://www.magyar-elektronika.hu/images/stories/downloads/Telkes/me_2009_12_telkes_5.pdf
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]

- [11] Vízgépek, Dr. Patay István, 2011
https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Vizgepek/ch03s02.html
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [12] Elektrotechnika II.: EC motorok, dr. Hodossy László, 2012
https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0017_49_elektrotechnika_II/ch07s04.html
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [13] Hőszivattyú elvi felépítése
<https://www.skorpioklima.hu/gyakran-ismetelt-kerdesek.html>
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [14] Hőszivattyú: Hatékonyság, Wikipedia (2020. március 11.)
<https://hu.wikipedia.org/wiki/H%C5%91szivatty%C3%BA>
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [15] Etilénglikol , Wikipedia, (2020. november 15.)
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Etil%C3%A9nglikol>
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [16] Vezérlés és szabályozás összehasonlítása, Varga László, 2017. december 1.
http://moodle.jrobi.hu/BOCI/moodle/Automatika/Szabalyozas_es_vezerles.pdf
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [17] PID típusú szabályozók
https://ms.sapientia.ro/~marton/Docs/Lectures/PID_Szabalyozo.pdf
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [18] Szabályozástechnika tantárgy, belső egyetemi jegyzet, Dr.Kiss Bálint
[utolsó hozzáférés: 2018]
- [19] Programozható logikai vezérlők, Szabó Géza,1995. október
http://www.kjit.bme.hu/images/stories/targyak/irtech1/plc_ea.pdf
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]
- [20] Pécsi Orvostudományi Egyetem Általános Orvosi Kar Új elméleti tömbjének modell ábrája
<https://magyarepitok.hu/mi-epul/2019/06/uj-oktatasi-tombbel-bovul-a-pecsi-tudomanyegyetem>
[utolsó hozzáférés: 2020.december 9.]