

Intelligens erőművi folyamatirányítás

2021. 03. 04.

Bevezetés

Az Energetikai Szakkollégium Bátor Béla félévének második nyilvános előadását „Intelligens erőművi folyamatirányítás” címmel tartotta Csótó László, a Siemens Energy Kft. osztályvezetője. Az előadás online, a Twitch közvetítésében volt elérhető.

Csótó László 2012-ben szerezte alap, 2017-ben pedig mesterszakos diplomáját az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán, villamosmérnök szakon. 2012-ben kezdett el a Siemens Zrt.-nél dolgozni, ahol világszerte számos projekt keretein belül foglalkozott szélturbinák üzembe helyezésével és karbantartásával. 2016 és 2019 között kombinált ciklusú erőművekkel és irányítástechnikai rendszerek tervezésével dolgozott. 2019 óta a mérnöki kompetencia központ területi vezetője a Siemens Energy Kft.-nél: német anyaházi kapcsolattartó és I&C retrofit csoportvezető.

Az előadás során egy erőmű irányításának technikai rendszerébe nyertünk betekintést, megismerhettük egyes részeinek fontosabb feladatait, valamint a Siemens munkáját. Az előadás végén a Dunamenti Erőműről is hallhattunk, amely a hazai csoport első önálló projektje volt.

DCS rendszerek és azok fejlődése

Magyarországon a Siemens már több mint 130 éve, az első budapesti villamosvonal megépítésével kezdte meg tevékenységét, és azóta is meghatározó szerepet játszik az ország modernizációjában. Napjainkban a cég a digitalizáció, az automatizálás és a villamosítás területére fókuszál.

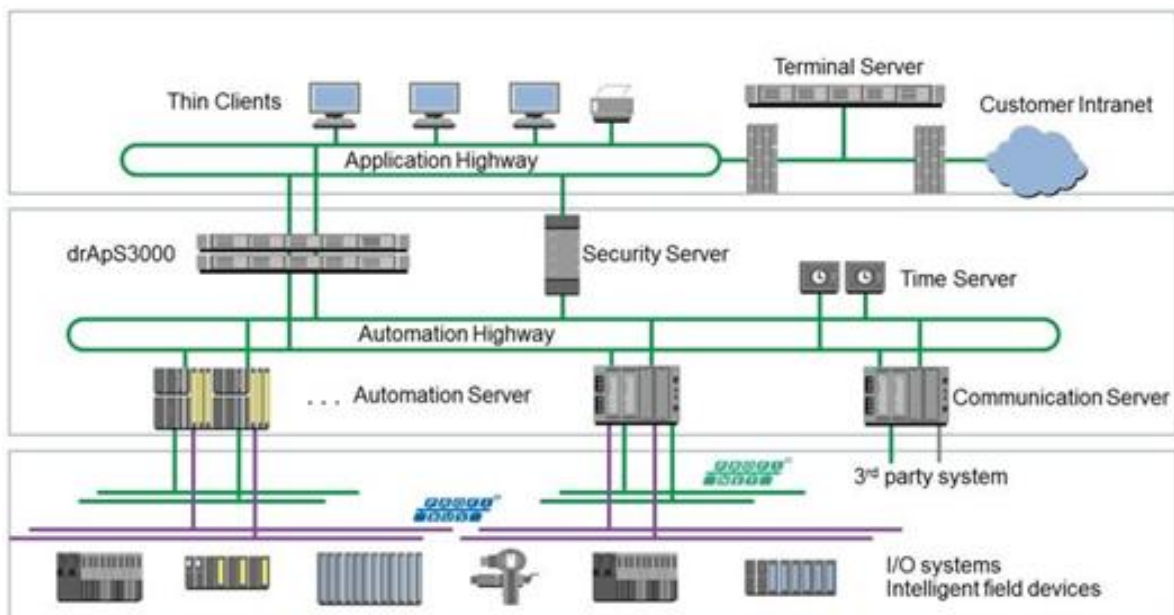
A Siemensnél az erőművek irányítástechnikai rendszerei úgynevezett DCS, decentralizált irányítórendszerek. Ez egy számítógép alapú rendszer, amelyben több önálló szabályozó működik: ezek irányítják a folyamat egy-egy adott részét. A szabályozók fizikailag elkülönülnek egymástól, egy föléljük rendelt számítógépes rendszer nyújt áttekinthető képet az üzemeltetőknek. A DCS rendszerek legnagyobb előnye, hogy ha az egyik szabályozó meghibásodik, így a folyamat egy része kiesik, a többi rész ettől függetlenül működik tovább. Egy centralizált rendszer ebből a szempontból kevésbé megbízható, hiszen hibásodás esetén az erőmű leáll.

SPA-T3000 rendszer bemutatása

Korábban az irányítástechnikai folyamatokhoz külön célszámítógépeket rendeltek, melyek működése kezdetleges PLC-k segítségével valósult meg. A technikai korlát miatt ezek a rendszerek csak minimálisan tudtak egymással kommunikálni egy huzalozott kapcsolaton keresztül. Ahogy jöttek az újabb innovációk az erőműtechnikában, úgy a PLC-k számítási kapacitása is megnőtt, és már buszrendszereken keresztül képesek lettek tartani egymással a kapcsolatot. Az adott

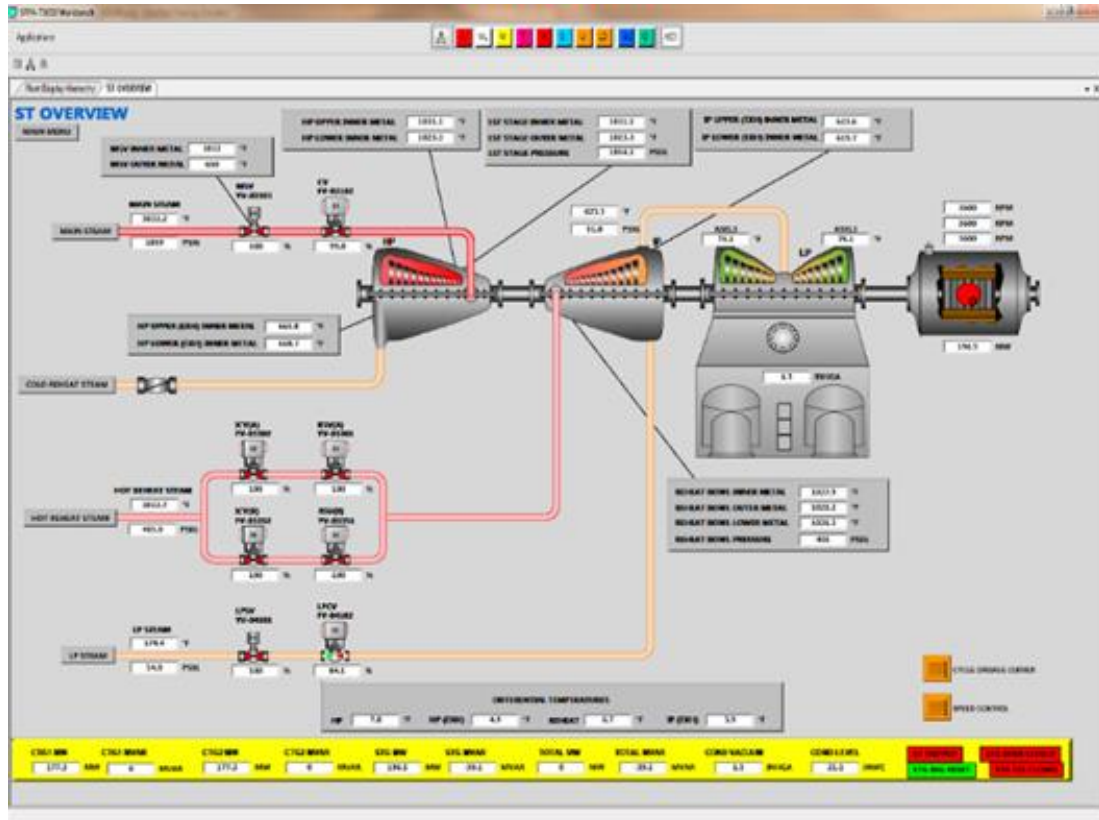
erőmű automatizáltsági szintje javult, a PLC-ket pedig még hatékonyabban lehetett összeszinkronizálni. Azonban ekkor még mindig több típusú PLC-t kellett karban tartani, kezelni és programozni. Erre kínálnak egyszerűbb megoldást a 21. század integrált irányítástechnikai rendszerei, mint például a Siemens által is használt T3000 rendszerek. Itt egyetlen PLC rendelkezik akkora számítási kapacitással, hogy egy egész gáz- vagy gőzturbina irányítását el tudja végezni; ezen az egy eszközön valósul meg a turbinaszabályozás védelme, a segédüzemi berendezések működtetése és a lefutó vezérlések is. Ezek mind részfeladattól függetlenek, csupán a felhasználói jogosultságok jelenthetnek akadályt.

Az SPPA-T3000 rendszert a Siemens elsősorban fosszilis erőműtechnikai alkalmazásokra fejlesztette ki 2007-ben. Ma már máshol is használják, például megújuló erőművekben, szinkronkondenzátorokban vagy hidrogénfejlesztő üzemekben. A T3000 azóta a Siemens elsődleges energetikai DCS rendszere a világ 190 országában, több mint 3000 projektben. A rendszer korszerű, Java alapú, maga az app egy szerveren fut, ezzel lépnek kapcsolatba a mérnöki állomások, melyek bármilyen számítógépen lehetnek. Az állomások első konfigurálásakor a T3000 automatikusan települ a központi szerverről, és ezen keresztül végrehajtható az üzemeltetés, a tervezés, a hardver konfigurálása, a hibakeresés, de még az archív adatok elemzése is: minden funkcióhoz ez az egy kezelő felület tartozik. Ennek kiegészítéseként a kisebb kapacitású processzorok is széleskörben használtak.



A fenti ábrán egy általános T3000 rendszer felépítése látható, melyben megfigyelhetők a DCS rendszerekre jellemző hierarchiai szintek. Az alsó szinten találhatóak a terepi eszközök, illetve a ki- és bemeneteli modulok, melyek jellemzően Profibus kapcsolaton keresztül kommunikálnak a PLC-kkel. Előfordulhat, hogy külső rendszerekkel is szükséges a kapcsolattartás, ilyenkor van lehetőség kommunikációs szerver beépítésére a szabványos protokollok alapján. Ezek az Application Highwayre csatlakoznak, amely egy ipari ethernet alapú hálózat.

Középen található a rendszer lelke: itt futnak a T3000-hez szükséges szolgáltatások, illetve a PLC-k segédprogramjai. A Security Server kiberbiztonsági szempontból biztosítja a rendszert, ami napjainkban kiemelt fontossággal bír; a Time Server pedig az időszinkronizálásért felel. Ha az erőműben bármilyen rendkívüli esemény történik, fontos, hogy a rendszer ezt képes legyen a sorrendiséget követve megörökíteni.



A képen egy gőzturbina áttekintő ábrája látható: az operátorok ilyen képeken követik az üzemállapotot. Jól láthatóak a fontosabb paraméterek, mint az erőmű aktuális teljesítménye, a külön blokkok teljesítményei, a gőzszabályozó szelepek, valamint a hőmérsékletek.

Gázturbina szabályozás

A gázturbina forgógépek folyamatirányítása során három fő területről beszélhetünk: nyílthurkú szabályozás, zárthurkú szabályozás és védelmi automatika.

A nyílthurkú szabályozás feladatai közé tartoznak a lefutó vezérlések, melyek meghatározott eseményekre adnak utasítást, majd várnak visszajelzést előre definiált sorrendiség alapján. Egy gázturbinában több lefutó vezérlés is van, ezek szoros kapcsolatban állnak egymással. A fő lefutó vezérlés a gázturbina elindítása és leállítása meghatározott feltételek alapján: ez koordinálja a kenőolaj- és tengelyforgató, a tüzelőanyag valamint a kazánszellőztető rendszerek működését. A kenőolajrendszer feladata a turbina csapágyainak folyamatos ellátása kenőolajjal; a tengelyforgató meghibásodása esetén vészleállás után is biztosítja az olajellátást és a csapágyak hűtését. A tüzelőanyag rendszer szekvenciája biztosítja induláskor és

üzemanyagváltáskor a megfelelő szelepek megfelelő időben történő nyitását és zárását. A kazánszellőztető rendszer indulás előtt átszellőzteti a kéményt vagy kazánt, hogy az esetleg ottmaradó üzemanyag ne okozzon robbanásveszélyt.

A zárthurkú szabályozás a gázturbina indításának, üzemi működésének megfelelő állapotát biztosítja. Gázturbina szabályozást tekintve két beavatkozó elemet különböztetünk meg: üzemanyag szabályozó szelepek, annak függvényében, hogy hány féle üzemanyagot használhatunk, valamint a bemeneti perdületszabályozó, amellyel a belépő levegőmennyiség is szabályozható. A Runup function a gázturbina indítását, felfutását vezényli le, a biztonságos indításhoz elengedhetetlen; a sebesség- illetve egy teljesítményszabályozó funkciók szinkronizálás előtt és után vezérlik az üzemanyag szelepeket részterhelésen. A füstgáz hőmérséklet limiter feladata, hogy teljes terhelésen nem engedi túlterhelni a gázturbinát. A teljesítmény határoló villamos hibák, például generátorhiba esetén a teljesítmény csökkentésért felel. Továbbá szükség van még egy IGV pozíció szabályozóra is, amelynek feladata a meneti perdületszabályozó pozíciójának levezénylése.

A védelmi automatika is számos fontos funkcióval bír. Ilyen a túlfordulat védelem; túlfordulat semmiképp sem történhet meg, hiszen komoly következményei vannak, ha egy 50-60 tonnás forgótengelyre olyan centrifugális erő hat, amely veszélyezteti az építéskor felhasznált anyagok szerkezeti szilárdságát. A csapágyrezgés és hőmérséklet védelme szintén szerkezeti szilárdsági okokból lényeges, ezt is folyamatosan monitorozni kell. Tűzvédelem, gázszivárgási védelem is elengedhetetlen. A pumpálás jelenség axiális vagy centrifugális kompresszorban fordulhat elő. Normál üzem közben a levegő vagy gáz áramlása az első kompresszor fokozattól az utolsóig halad, ezzel arányosan növekszik a levegő nyomása is. Bizonyos állapotokban azonban a levegő áramlása megfordulhat, ezzel szembesület generál a lapátoknak, ami pár másodperc alatt súlyos károkat okozhat. A szembesület egy egyszerű differenciál nyomástávadó detektálja, ami ha jelez, a turbinát azonnal le kell állítani.

A turbina indításakor a szelepeken még nincs üzemanyag átfolyás, a gyorsárak pedig zárva vannak egy adott sebességig. Miután elindul az üzemanyagáramlás, létrejön a gyújtás az égőtérben. A szelepek három lépcsős szakaszban nyitnak, három megadott határfrekvencia értéken. Kiemelten kell figyelni a kilépő füstgáz hőmérsékletére, hogy elkerüljük a turbinán a termikus sokkot; nem lehetnek túl nagy csúcsok és ingadozások sem a hőmérséklet, sem a sebesség emelkedésében. Miután a turbina eléri a 40 Hz-es fordulatszámot, már önerőből is el tud jutni 50 Hz-ig, így az indító-gerjesztő kikapcsol. 50 Hz-től elindul a fordulatszám szabályozása, ami egészen a szinkronizálásig tart.

Gőzturbina szabályozás

A gőzturbinák kombinált ciklusában leggyakrabban kétféle konfigurációval találkozhatunk: első esetben több gázturbina és egy gőzturbina dolgozik, ezt hívjuk többtengelyes konfigurációnak. Ilyenkor minden gépegységnek saját generátora van annak minden tartozékával együtt. Második esetben egy gázturbina és egy

gőzturbina hajtja ugyanazt a generátort: ez az egytengelyű konfiguráció. Irányítástechnikai szempontból a fő különbség, hogy a gőzturbina és a generátor között van egy mechanikus kuplung, ami a gőzturbina üzemén kívülsége esetén kinyit, és így a gázturbina önállóan is tud működni.

A gőzturbina szabályozási rendszere nem sokban tér el a gázturbinától, ugyanúgy nyílthurkú szabályozási, zárthurkú szabályozási és védelmi automatika blokkokkal működik. Nyílthurkú szabályozásnál a különbség, hogy tartozik hozzá vákuum- és tömszelencegőzrendszerek lefutó vezérlése; a csapágyaknál biztosítják, hogy a gőz nem keveredik a kenőolajjal. Gőzturbinák esetén a hidraulika rendszer nagyobb kiterjedésű, mint a gázturbináknál, így bonyolultabb az üzemeltetése is. Fontos különbséget a zárthurkú szabályozásnál figyelhetünk meg: a gőzturbinánál nincsen runup function, hanem a sebességszabályozó gyorsítja fel a turbinát indításkor és szinkronizálás előtt. Tengelyforgatásról névleges fordulatra gyorsít. A nyomásszabályozók a gőzturbina működése előtti nyomást tartják megfelelő szinten, és szimultán módon mozgatják a szabályozó szelepeket. A teljesítményszabályozó a kívánt teljesítmény leadását vezényeli, nulla és névleges teljesítményérték között. Teljesítményledobás esetén a turbina kiesése nélkül át tud állni házi üzemre.

A védelmi automatikában csupán egy különbség van, ez a visszteljesítmény védelem. Ha a generátor átlép motoros üzemmódba, akkor a gőzturbina lapátok túlmelegedhetnek. Ilyenkor nem a gőz, hanem a generátor hajtja a turbinát, ez turbulenciát okozhat a gőzáramban, ezáltal élettartam csökkenést idéz elő. A kondenzátor nyomásvédelem a túl nagy hőmérséklet kialakulását előzi meg, a főgőz hővédelem pedig azt biztosítja, hogy csak meghatározott hőmérsékletű tartományú és száraz gőz kerüljön a turbinába.

Dunamenti Erőmű projekt



A Dunamenti Erőmű projekt, azon belül is a G2-es blokk gázturbina irányítástechnikai projekt úttörőnek számít a cégnél. Ezelőtt mindig a németországi projektvezetők adtak részfeladatokat, mint szabályozás vagy védelem, ezt a projektet azonban kizárólag magyarok hajtották végre Budapesten. A G2-es blokk kettő gázturbinából, kettő hőhasznosító kazánból és kettő gőzturbinából áll; ebből egy gázturbina irányítástechnikai modernizációja volt a feladat.

A projekt indulása előtt jött ki a T3000 8.2-es verziója, ami lehetővé tette új típusú, költség szempontjából előnyös ki- és bemeneti modulok használatát. Egy átlagos gázturbinán 1000-1200 kimenetel van, a G2-es blokk gázturbinája esetében ez a szám 2000 körülre tehető. Egyéb nehézségek is felmerültek a projekt

kivitelezésekor: a régi rendszer dokumentációiból több példány is rendelkezésre állt, melyek sok helyen ellentmondtak egymásnak. Kihívást jelentett a CXX interfész implementálása is, ami arra való, hogy a buszrendszerek üzemzavara esetén erről lehessen üzemeltetni a turbinát.

Ennél az új T3000 verziónál modernizált generátorvédelmi szekrénnel valósították meg a kommunikációt. Új hardvereket használtak fel, melyeknél az elsőként felmerülő problémák megoldása jelentett nehézséget.

Összefoglalás

Az erőművi folyamatirányítás még közel sem érte el határait, minden területen van helye a fejlődésnek, ami kihívásokat és nehézségeket hozhat magával, ugyanakkor új innovációkat és egyszerűbb megoldásokat is.