



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZA

AUTOMATA NAPELEM MOZGATÓ RENDSZER

Szerző:

Tagyi Szabolcs Bálint

mechatronikai technikus szak, 11.évf.

Konzulens:

Kovács Dániel

Villamosmérnök BSc, Mechatronikai
mérnök MSc, Villamosmérnök tanár
MSc

Székesfehérvár, 2021.04.20



Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. A villamos energia, felhasználása, valamint szállítása	4
1.1. Villamosenergia előállítása, az energiahordozók felhasználásával	6
1.2. Villamosenergia előállítása, megújuló energiahordozók felhasználásával	9
2. Napelem mint megújuló energiaforrás	13
2.1. Napelemek Fajtái.....	15
2.1.1. Kristályos napelemek.....	15
2.1.2. Gallium-arsenid vegyületes napelemek.....	16
2.1.3. Amorf szilícium napelemek	17
2.1.4. Szerves napelemek	18
2.1.5. Szerves-szervetlen (perovszkit) alapú kísérleti napelem	19
2.2 Napelem hatásfoka, valamint abból kinyerhető energia.....	20
3. Saját fejlesztésű napkövető rendszer a maximális hatékonyságért.....	22
3.3. Az elkészült rendszer	34
5. Content summary	36
Irodalom jegyzék.....	37
Ábrajegyzék.....	41
Függelék.....	42



Bevezetés

A Tudományos Diákköri Dolgozatomban, egy többnyire szolárpanelek hatékonyságának növelésére alkalmas napkövető keretrendszert fogok bemutatni. A dolgozatban részletesen prezentálni fogom önöknek a folyamatos energia igény okát a, a kielégítésére szolgáló enegriaelőállítás formáit, mind a fosszilis mind a megújuló energiaforrások oldaláról. Részletesen kitérek a napelemek létjogosultágára, működésére, fajtáira, valamint a belőlük kinyerhető energia mennyiségére és annak felhasználására mind a mindennapokban, az átlagembernek, mind ipari keretek között. Mint azt tudjuk a napelemes rendszerek rohamosan terjedő, energiaforrásként van jelen a mindennapokban. Megújuló mivolta miatt a fosszilis energiahordozókkal szemben teljesen tiszta villamos energia előállítására képes, bárminemű zavaró hanghatás, energiaráfordítás, valamint környezetszennyezés nélkül, továbbá semmilyen melléktermék nem keletkezik a szerkezet működése közben. Egyetlen problémája az ára, amely a csúcstechnológiát igénylő gyártás következménye. Valamint a beépítésből következő esetleges energiaveszteség. A beépítésből származó hibák lehetnek például a napelem részleges leárnyékolása a sűrű növényzet, illetve építmények által. Valamint a folyamatosan változó beesési szög mely a napelem energiatermelését hátráltatja. Ezekre a problémákra kínál megoldást a két tengelyes napkövető keret rendszer, amelyről a dolgozatban olvashatnak. Mozgáskéességének köszönhetően folyamatosan a számukra legoptimálisabb pozícióba tudja mozgatni a napelemet, ezek mellett a fotovillamos paneleknek legmegfelelőbb, merőleges beesési szöget képes biztosítani ezzel a maximális teljesítményt elérve a panelből. Ez a rendszer aktívan megelőzi a beépítésből származó hibákat, valamint passzívan kihatással lehet a napelem iránti keresletre. Mivel az ár változatlansága mellett egy sokkal hatékonyabb, szélesebb felhasználású rendszert tudhatnánk magunkénak. Az ilyes fajta energiafelhasználásra a modern világban bármikor szükség lehet. A rendszer telepítése egyszerűen kivitelezhető, akár egy laikus számára is. Szükséges esetben akár a szerkezet teljesen mobilis, valamint felépítésének köszönhetően szabadon modifikálható, optimalizálható az adott körülmény szülte igényekre, adottságokra, e miatt remek lehetőséget ad a kiépített napelem rendszerek hatékonyabbá tételre. Ezen okból kifolyólag a használó nem kötött a földrajzi keretekhez energiaelőállítás, valamint annak szállítása szempontjából. A szerkezet teljesen önműködő és fenttartó a külön erőforrást optimalizált körülmények között nem igényel. Nem utolsó sorban mozgásának köszönhetően automatikusan védi magát az időjárás viszontagságaitól, mint például hó vagy erős szél. A rendszer továbbá közlekedési eszközökre is szabadon telepíthető, mind a vízi mind a szárazföldi járművek energiaigényének egy részét fedezni tudná. Mindezt teljesen tisztán, és környezetbarátan, minimális energiaráfordítás mellett.



1. A villamos energia, felhasználása, valamint szállítása

A jelen, 21.századi világ elválaszthatatlanul függ az energiafelhasználás összes formájától. Gondoljunk csak bele mennyi mindenhez is használjuk a villamos energiát. Elég csak körbenézünk magunk körül és rengetek különböző eszközt, úgynevezett fogyasztót fogunk látni. Hétköznapi gépeink is az adott módon előállított energiával működnek, ilyen például a mosógépünk, sütőnk, televíziónk, vagy éppen az az eszköz, amiről ezt olvasod legyen az egy számítógép vagy egy okostelefon. De ha még általánosabb használati cikket szeretnénk megnevezni elég csak egy picit felnéznünk a plafonra és máris látni fogjuk az izzót mely a szobát árasztja el fénnel. De képzeljük csak el hogy kimegyünk az utcára, kilépünk az ajtón, azonnal villanyoszlopok fogadnak majd minket mely a közvilágításért felelnek, hirdetőtáblák tömkelege fog velünk szembe jönni melyek mind áramot használnak. Elektromossággal működtetett vonatra szállhatunk fel, ahol telefonunkat, amely szintén villamos energiát használ játszunk könnyedséggel feltölthetjük. Leszálláskor az ajtót egy gomb megnyomása után villamos árammal működő szerkezet nyitja. A menetrendet sok apró LED-ből álló kijelző mutatja nekünk, ami igen, mint azt sejteni lehet szintén elektromos energiát használ. Ebből a rövid példából is jól érzékelhető, világunk milyen mértékben a villamos energiától függ. Na de mi is ez pontosan, valamint hogyan állíthatjuk ezt elő? Vagy hogy juthat el egyenesen mindenhova, ahol szükség lehet rá? Talán kezdjük onnan, hogy rengeteg fajta energia létezik, ilyenek például a hőenergia, esetleg a fényenergia, a manapság nagyon népszerű atomenergia és nem utolsósorban a számunkra jelenleg legrelevánsabb villamos energia. Mi is pontosan ez? Nem más, mint elektromos töltésű részecskék rendszert egyirányú áramlása. Ezek akár ionok is lehetnek, mint például az akkumulátorainkban vagy elektronok melyeket a fémes vezetőkben találhatunk meg. Az villamos energia a legsokrétűbben felhasználható fajta mind közül. Könnyen átalakítható, nem kíván bonyolult berendezéseket. Gondoljunk csak a villanymotorokra mely mechanikus energiává alakítja az elektromos áramot. De akár beszélhetünk az áram által üzemeltetett fűtőszálakról melyek hőenergiává alakítják azt. És az elektromos izzók fényenergiájáról sem szabad megfeledkeznünk. Tehát már tudjuk, hogy az elektromos áramot helyben remekül lehet hasznosítani. Na de hogyan kerül oda az a rengeteg elektromos energia? [1] Az elektromos energia előállítását, erre berendezkedett erőművek végzik többnyire gőzturbinák segítségével (erről a következő részben részletesen kitérünk) a turbinákat meghajtják ennek következtében áram indukálódik. Az erőművekben a generátorok 6kV vagy 10kV feszültségű, háromfázisú váltakozó áramot termelnek. Ezt azonban szállítani veszteség lenne. A sikeres, valamint nem utolsósorban gazdaságos szállításhoz 110,220 vagy 380kV-ra van szükség, ezt az erőmű, valamint a célterület közti távolság határozza meg. Ezt



transzformálás útján érik el, melynek lényege a tekercsek menetszámán nyugszik. Egy bizonyos Primer tekercsbe áramot vezetnek majd ezt egy közös vasmag segítségével összekötik a Szekunder tekercsel. A primer tekercs elektromágneses ereje elmetstzi a szekunder tekercs meneteit ezzel menetszámtól függően, valamilyen erősségű áramot indukál. Ennek megértése azért szükséges, hiszen az áram az erőműből, az otthonunkig szállítás során többször is átesik ezen a folyamaton, a megfelelő használhatóság, valamint a minimális veszteség realizálása miatt. A kívánt feszültségre transzformált áramot először a kapcsolóállomásokig vezetik el, ahol újabb transzformálásnál köszönhetően 35kV-ra csökken a feszültség nagysága. Innen a településekre vezetik az áramot, ahol az adott transzformátor állomások 10kV értékre csökkentik a feszültséget. Innen a lokális transzformátorházak veszik átt a szerepet a letranszformálásban. Ezek a háztartási berendezéseink számára alkalmas 220V, valamint 380V feszültségre alakítják az áramot. A leírásból jól érzékelhető, hogy noha az áram előállítás valamint szállítás egyszerű elemekből áll, mégis logisztikailag komoly háttérmunka van abban, hogy háztartási eszközeink zavartalanul működjenek. Az áram eljuttatását tovább nehezíti, a speciális vezetékek használata. Bizonyára mindenki találkozott már, a jól ismert acél vagy vasbeton oszlopokkal, melyeken jól szigetelt, font alumínium, vagy réz vezetékek rendszerét látjuk, ezek a már bemutatott áramszállítás legfőbb eszközei közé tartoznak. Habár a rendszer remekül működik, jelentősen helyhez kötött, a napelemmel szemben, mely kiterjedtségéétől függően képes akár lokálisan fedezni egy háztartás áramfelhasználásának jelentős részét, nem igényel több lépcsős transzformálást, valamint nem is rejt magában oly mértékű hibaszázalékot, mint egy jelentős darabszámú alkotóelemből álló, összetett rendszer.



1. ábra: Az áram útja az erőműtől a fogyasztóig [1]

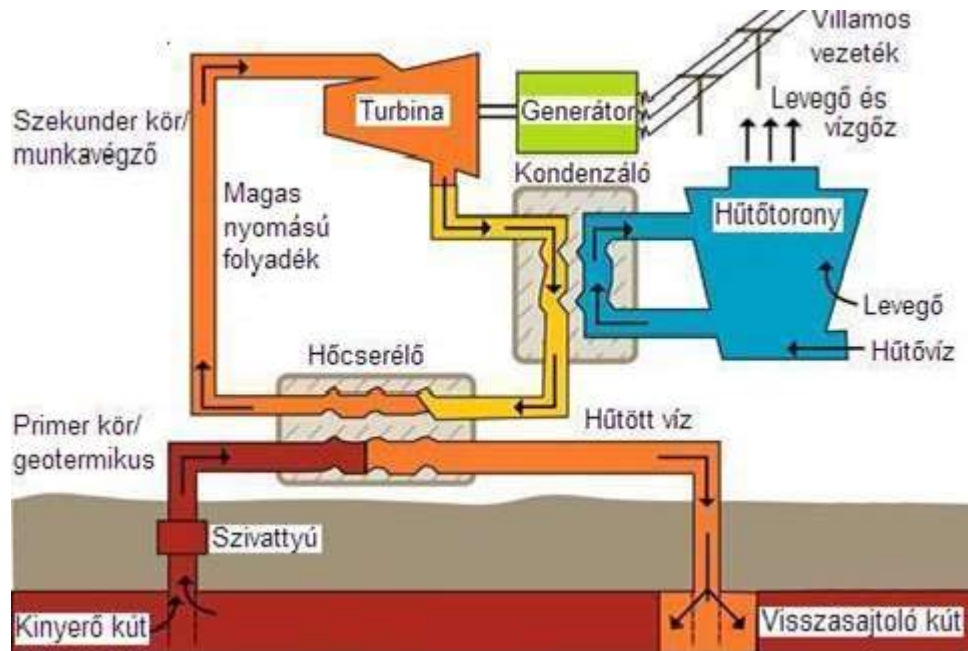


1.1. Villamosenergia előállítása, az energiahordozók felhasználásával

Nos, mostmár, hogy betekintést nyerhettünk a villamos energia mindennapokra gyakorolt hatásába, biztos állíthatjuk, hogy egy sokrétűen felhasználható, könnyen alakíthat energiafajtáról van szó. Továbbá részletesen megismerhettük azt is, miért működhet a mosógépünk, miután bedugtuk a konnektorba, annak csatlakozóját. Valamint megismertük az elektromos áram útját az erőműtől a háztartásunkig. Most az erőművet magát vesszük jobban szemügyre. Mi is pontosan egy erőmű, mi a feladat, valamint hogyan is működik valójában. Az erőmű, egy olyan villamos energia fejlesztésére szolgáló létesítmény, mely az elődleges energiaforrásokat használja fel. Elsődleges energiahordozó az, amit a természetből nyernek ki majd felhasználásával villamos energiát állítanak elő belőle. Ide sorolhatóak a fosszilis energiahordozók mint például a szén vagy a kőolaj, de ide tartozik a megújuló energiaforrás is, mint például a szél, víz, vagy a biomassa, valamint az alternatív energiahordozók, például az urán. Az erőművek legfontosabb része a generátor, ami egy olyan gép mely a mechanikai energiát az indukció elvével átalakítja elektromos energiává. A generátort működtető technológia erőműveként nagyban eltérhet, hiszen ezt az elérhető tüzelőanyag, valamint megújuló energiaforrás befolyásolja. A leggyakrabban használt erőmű típus a hőerőmű, melyekben különböző tüzelőanyagok elégetése során keletkezett hőenergiát hasznosítják. Egy gőzkazán segítségével nagynyomású gőzt állítanak elő, mely meghajtja a turbina lapátjait. A Gőzturbina így mechanikai energia segítségével mozgatja a generátort, mely az indukció elvén elektromos áramot hoz létre [2]. A hőerőműveket bizonyos szempontok szerint csoportosítják. A legfőbb pont ezek közül, hogy mely működését biztosító energiahordozót használja fel. A hőerőművek legerjedtebb formája a fosszilis energiahordozókat üzemanyagként használó erőmű típusok. Ezek a fajták a földben található kőolajat, valamint annak származékait, földgázt, és nem utolsósorban szenet égetnek el, az ebből kinyert hőenergiával gőzt termelnek, és az imént bemutatott módon áramot termelnek. A legkorszerűbb fajtái már egy kicsit eltérően hasznosítják a kinyerhető energiát. A kombinált ciklusú erőműveknél, a különböző előállított gázok segítségével, valamint az azzal fejlesztett gőzzel együtt működtetik a gázturbinát. Ezzel jobb hatásfokot elérve. Így az sokkal gazdaságosabb, valamint hatékonyabb lesz. Noha az ilyen elvek mentén működő erőművek a legerjedtebbek, korán sem a legkorszerűbbek. Az atom energia a különböző felhasználása régóta ismeretes az emberek számára, az erőművekben történő felhasználása viszont csak 1942 óta kezd kibontakozni. Az atomhasítás elvén működő reaktorokat egy magyar embernek és társának, bizonyos Szilárd Leónak és Enrico Ferminek köszönhetjük. Az atomerőművek a



maghasadás és a magfúzió elvén működnek, hosszú kísérletezéseket követően rájöttek, hogy az Uránium 235. izotópja a legalkalmasabb erre a célra. Ezt az atomot egy bizonyos eljárás során meghasítják, ezzel hatalmas mennyiségű energiát felszabadítva. Ez a láncreakció szabályozható, tökéletes arra, hogy erőművek energiaforrásként használják fel. Működési elve nagyvonalakban megegyezik a fosszilis energiahordozókat felhasználó atomerőművékével. A hirtelen felszabadul energiával gőzt állítanak elő, ezzel egy turbinát hajtva, mely elektromos áramot termel. Az atomreaktoroknak is rengeteg különböző típusát ismerjük. Léteznek fissziós, valamint fúziós reaktorok, az előbbi maghasadás, még utóbbi magegyesülés elvét kihasználva állít elő energiát. Ez az energiatermelés még nem elérhető azonban kísérleti szintű erőművek már épülnek, szerte a világon. A legnagyobb ilyen elvre épülő erőmű a Franciaországban található ITER, ez a típusú erőmű teljesen tiszta, valamint nagymennyiségű energiaelőállításra tesz lehetővé. Sokan a jövő legmeghatározóbb energiaszükségletet fedező berendezését látják benne, de hogy ez biztosra állítható legyen sajnos arra még várnunk kell. De a jelenlegi atomenergia hasznosításnak is rengeteg előnye van a fosszilis erőművekkel szemben, nem szabadulnak fel káros gázok, olcsóbbak az azt működtető üzemanyagok, valamint nem termel olyan magas mennyiségű hulladékot sem. Hátránya viszont vele szemben a radioaktív hulladék tárolásának nehézsége akár évszázadokon átt. A felépítése költségesebb, valamint Nukleáris katasztrófa is bekövetkezhet ez azonmban a mai korszerű berendezéseknél elég alacsony mértékű kockázatot jelent. Mostmár ismerjük a nem megújuló energiaforrást használó erőművek fűtőanyag felhasználásának nagy vonalkában vett működésének elvét, valamint előnyeit hátrányait. Az erőműben kardinális szerepet betöltő gőz viszont legalább ennyire lényeges lehet, hasznosításához egy már sokat emlegetett gőzturbina szükséges. Ezek vastag falú nehéz alkatrészek, mivel a nagy nyomás miatt könnyen visszafordíthatatlan károsodás keletkezne bennük, és ez nagyban befolyásolná az erőmű hatékony működését. Ezért az erőmű indítása, valamint megállítása rossz hatásokkal bír az állandó működésével szemben. Ellenben a Gázturbinákkal melyek ezen tulajdonságok ellentétéivel bírnak, könnyűek, valamint könnyen indíthatóak, leállíthatóak. Ezt a technológiát csúcserőművekben alkalmazzák melyek az alaperőművekkel kiegészülve egyelőre fedezni tudják az egyre növekvő energia igényt. A vízgőzzel hajtott erőművek fontos feladata továbbá a gőzturbinák működésével keletkező kondenzvizet lecsapolni, ez a hűtés miatt kardinális fontosságú. Ezt általában az erőmű vonzáskörzetében megtalálható vízforrással teszik, amennyiben nem elegendő a hűtő közeg, a víz egy részét elpárologtatják hűtőtornyokban és a veszteséget fedezik a természetes forrásokból. Legkritikusabb esetben a vizet keringető rendszerekben mozgatják, és a levegőre bízják annak lehűtését a kívánt hőfokra. Ez is egy magyar találmány mely a Heller féle forgó rendszer nevet viseli.



2. ábra: Geotermikus erőművek működési elve [2]

A rövid áttekintésből mindenki számára kiderülhetett, hogy a nem megújuló energiaforrást alkalmazó erőművek létjogosultsága a jelenlegi keretek között megkérdőjelezhetetlen. Kiterjedt hálózatok rendezkedtek be ezen erőművek megfelelő ellátására, melyek rengeteg ember megélhetését fedezi, e mellett az ilyen rendszerek állandó, magas szintű felügyeletet, karbantartást, valamint rendszeres vizsgálatokat igényelnek a zavartalan működés biztosítása miatt, mivel, ha egy ilyen erőmű, akár csak részlegesen is meghibásodik városok maradhatnak áram nélkül. Azonban a legjobban kivitelezett rendszerben is beállhat néha hiba, amelyre jobb alaposan felkészülni, mintsem figyelmen kívül hagyni. Bizonyos erőművek az ilyen problémák esetén belsőégésű motorokat használnak az elegendő energia elállításához, az ilyen típusú berendezések minden kibocsátott hatását igénybe veszik. Elsősorban a működésével generált áramot hasznosítják másodsorban az általa kibocsátott számottevő hőhatást fűtőberendezések működtetésére alkalmazzák. Ezek üzemanyaga általában gázolaj, vagy pakura. Kiterjedt szerverhálózatok, kórházak, közintézmények ellátására használatos erőművek ezek. A fosszilis energiahordozókat, valamint atomenergiát használó erőművek tehát mindenképpen szükséges a kellő energiaigény fedezésére, azonban nem ez az egyedüli formája az energiaelőállításnak. Léteznek úgynevezett megújuló energiaforrásokat hasznosító erőművek is. Melyek teljesen tiszta energiát biztosítanak azonban alkalmazásuk nem olyan kiterjedt, mint a fosszilis erőművéké. De sokan úgy gondolják a fenttartható fejlődés egyetlen módja ezek alkalmazása.



1.2. Villamosenergia előállítása, megújuló energiahordozók felhasználásával

A dolgozat előző részeiből képet kaphattunk az nem megújuló energiahordozók erőművekben történő felhasználásának módjától, az azokból kinyerhető energia elszállításáról az otthonunkig. Továbbá megismertünk néhány energiaelőállítási módszert, valamint pár fosszilis energiahordozót tüzetesebben. De nem szabad azt hinnünk, hogy ezzel vége a világunk mérhetetlen, és egyre növekvő energiaigény kiszolgálásának. A folyamatosan, valamint nagy léptékben terjedő megújuló energiaforrások szintén egy jelentős részt fedezik a globális villamos energia előállításosnak, valamint teszik ezt teljesen tisztán, a környezetre nézve, és egyre jelentősebb hatékonysággal. Ilyen megújuló energiaforrás többek között például a szél, a víz, a nap, vagy a kevésbé ismert biomassa. Mostmár hogy ismerjük, milyen számunkra is jól ismert, valamint minden nap tapasztalt jelenségekből nyerhető a telefonunk feltöltésére, vagy a kijelzőink üzemeltetésére alkalmazott áram nézzük meg pontosan mi is ez a jelenség, és hogyan is működhet. Megújuló energiaforrásnak tekintjük az energiahordozók azon csoportját, amelyek, emberi időléptéken mérve megújulni képesek, tehát végtelen mennyiségben álnak rendelkezésünkre. Az egyes jeleségekből különböző módon, valamint berendezések segítségével nyerhetjük ki az energiát. A legismeretesebb napenergia felhasználásnál a nap termikus, valamint fotó elektromos hatásait fordítjuk a javunkra. A szélre, valamint a vízre berendezett erőművek viszont a kettő által generált mechanikai energiát alakítja elektromos árammá. Ezek, mint azt sejthetjük semmilyen az emberi egészséget, vagy a bolygót károsító hatással nem bírnak, tehát a teljesen emisszió mentes, azaz hangzatosabb nevén zöld. Tehát teljesen tiszta energia és a hétköznapi jelenségek felhasználásával előállítható? Továbbá végtelen mennyiségben jelen van? Felmerülhet a kérdés, hogy akkor miért nem mindenhol ezt használjuk, miért kell nagy gyárakkal szennyezni a környezetet. Sajnos ezen energiahordozókat hasznosító erőművek telepítése nagyban függ a hely nyújtotta adottságoktól tehát, ezt úgy kell érten, hogy vízerőműveket csak a arra alkalmas folyókba, forrásokban tudnak felépíteni, ahogy a napenergiát használó szolárpanelek sem célravezető árnyékos völgyekbe létesíteni, amennyiben a megfelelő hatásfok elérése a célunk. Továbbá jelentős hátrányai közé kell sorolni, hogy habár folyamatosan megújulóak, nem akármekkora mennyiségben felhasználhatóak, hiszen a nap sem süt mindig a napelemeket, ahogy a szél sem tekeri folyamatosan a kereket, és a hullám sem működteti a turbinát állandó jelleggel. Na de hogy is van akkor ez pontosan, hogy lesz abból áram, hogy süt a nap, vagy fúj a szél? Nézzük csak meg tüzetesebben. Az energiánk származhat a naptól közvetetten vagy közvetlen módon. Ez az megújuló energiafelhasználás legelterjedtebb módja. A nap hatalmas mértékű mintegy 174 Petawatt teljesítménnyel rendelkező elektromágneses hullámot bocsát a földre napi szinten,



ez emberi léptékkal felfoghatatlan évi 1070 EWh energia egy évre kivetítve mely 7500-szor több mint az éves energiaigénye az egész világnak. Ebből a kis betekintésből is jól érzékelhető, hogy a nap milyen hatalmas léptékű, kifogyhatatlan energiaforrás. Az naptól érkező teljes energiafelhasználás teljességgel elképzelhetetlen, valamint elérhetetlen. Azonban a kapott energiának töredék részét is felhasználhatjuk remek hatásfokkal. Létezik direkt, és indirekt felhasználás. A direkt módon történő hasznosítás emberi beavatkozás nélkül is végbemegy, és évezredek óta jól ismerjük. Ez segíti a vizek felmelegedését, a légtömegek mozgását, de ezen energia nélkül a növények növekedése, termesztése is teljességgel elképzelhetlenné válna. Sokan nem gondolnák, de az indirekt felhasználása a napenergiának ennél is széleskörűbb. Ugyan is ide soroljuk a napenergián kívül a bioenergiát, vízennergiát, de még a szélenergiát is. Ezek hasznosítását a mindennapokban is elvégezzük, valamint erőművekben történő felhasználásuk is elterjedt művelet. De nem csak a napenergia az egyetlen megújuló energiaforrás. Kevésbé ismert, azonban nem kevésbé hasznos a geotermikus energia. Ennek forrása a földben lezajló radioaktív folyamatok(bomlás) eredménye, valamint a föld létrejöttéből származható. Ezt az energiafajtát általában fűtőberendezések üzemeltetésére alkalmazzuk, de áramfejlesztésre való felhasználásuk sem idegen. Végül egy méltatlanul kevesek által ismert energiahordozó, a Nap és a Hold földre gyakorolt mechanikus hatását kihasználó energiaforrás. Ez oly módon értendő, hogy a két égitest gravitációs ereje árapály jelenséget idéz elő. Ez nagy, és erős áramlatokat szül melyet erre a célra berendezett vízáramlás erőművekkel állítanak az energiatermelés szolgálatába. Becslések szerint 2.5 TW teljesítményű elektromos áramot lehetne kinyerni azonban a jelenlegi erőművek segítségével ennek mindössze 9%-kára vagyunk képesek, azonban ez a szám évről-évre nagyobb lesz. Mostmár hogy az energiaforrásokkal megismerkedtünk, azt is legalább ilyen fontos megvizsgálnunk, hogy pontosan milyen különféle módon hasznosítjuk őket, milyen berendezések, erőművek épültek köréjük. A leggyakrabban használt erőműfajták egyike a szél erőmű, melynek működését a levegő mozgása biztosítja. Nagy lapátok segítségével összegyűjtik a szelet, mely mozgásba hozza a generátort ezzel elektromos áramot termelve. Az ilyen módon előállított energia évről évre jelentősebb részét fedezi a világ igényeinek. Teljesen tiszta, ugyan akkor mivel a szél erőssége befolyásolja a működését, a belőle kinyerhető teljesítmény nagyon ingadozó. A vízerőművek működése is közel teljesen megegyezik ezzel, de ebben az esetben a folyó sodrása működteti a generátort. Ezt a módszert már ősink is alkalmazták, vízimalom formájában. Hasonlóan a szél erőművekhez tiszta, de azzal ellentétben ez folyamatosabb energiatermelésre képes. Viszont ennek is hátránya a telepítés problémás kivitelezése. Ettől teljesen eltérő módon felépülő folyamat a biomassza előállítás, valamint az abból kinyerhető energia előállítása. A biomassza az energetika javára hasznosítható minden növényt, állatot, szerves hulladékot,



mellékterméket magába foglal. Ez képes kiváltani a nem megújuló energiaforrások tüzelőanyagként való felhasználását, noha csak egy részben. A biomassza alá értjük a biogázokat, például a metán gáz, de a bioüzemanyagokat is mint a bioetanol vagy biodízel. És hajlamosak vagyunk elfeledkezni a legegyszerűbb ilyen természetű anyagformáról a szerves biomasszáról, ami az egyszerű tűzifa, valamint annak változatai. Pár szóban a rend kedvéért a Geotermikus erőművekről is szót kell ejtenünk. A föld magjából nyert hőenergia hasznosítását takarja. Ez egy tulajdonképpen korlátlan, olcsón kitermelhető, a levegőre nézve tisztának minősíthető energiaforrás. Káros hatását a talajmenti vizekben fejt ki, oly módon, hogy magas sótartalmával szennyezi a vizeket. Spanyolország az élenjáró technológia felhasználó, azonban országunkban sem idegen dolog. Rengeteg termálfürdők, valamint fűtési rendszerünk alapja a geotermikus energia ilyen irányú felhasználása. Az ismerető végére hagytam a napenergiát remek hatásfokkal kihasználó szolárpaneleket, azaz ismertebb nevükön napelemeket [4]. Ezek olyan táblák melyek a nap fotovillamos sugárzását felveszik, összegyűjtik, majd elektromos energiává alakítják át. Néhány helyen ezen eljárás helyett pusztán a napból a földre érkező hőenergia összegyűjtésére alkalmazzák. A leghétköznapiabb napenergia felhasználás az épületek átgondolt tájolásán nyugszik, itt a napos órák mértékét, valamint a hőmérsékleti jellemzőket veszik figyelembe. Felhasználása nagyon mobilis, egy két napalem felszerelésétől egy egész park kiépítésére lehetőségünk nyílik. Mindezt csak a felhasználás jellege, valamint, a költségvetés mértéke határozza meg. Hátránya a csúcstechnológiai felhasználása miatti magas ára, valamint a nagyon változó teljesítmény, melyet a napos órák száma nagyban befolyásol.



3. ábra Szélérőmű [3]



4. ábra: Napelem park [4]



Mostmár, hogy behatóbban ismerjük az energiahordozók fajtáit, tulajdonságait, valamint azt hogy hogyan is hasznosítjuk azokat hatékonyan, azt is meg kell tennünk, hogy megvizsgáljuk milyen előnyökkel, valamint hátrányokkal járhat ezen energiaforrások használatával kielégíteni a globális energiaigényt. Mint ahogy ezt a nem megújuló energiahordozók felhasználásával üzemelő erőműveknél is megettük. Első és egyik legfontosabb előnye vetélytársával szemben, hogy korlátlan mennyiségben, állandó jelleggel rendelkezésünkre áll. A föld véges határidőn belül kifogy a fosszilis alapú energiaforrásokból, melyek emberi léptékkel mérten képtelenek a megújulásra. Remek alternatíva ezért a természet által biztosított energiát bevonni áramellátásunkba, minden lehetséges módon. De nem mehetünk el a mellett a tény mellett sem, hogy gyáraink hatalmas mértékű károsanyag kibocsátása, napról napra, percről percre rövidíti a földbolygó élettartalmi periódusát. A légszennyezés így is egy jól mérhető jelentős károkat okozó probléma, mely a jövőben megoldásra vár. De nem kisebb léptékű probléma a gyárak, gyártás melléktermékével, valamint ipari hulladékaival szennyezett vizek krízise sem, melynek következménye részben az élővilág rohamos kipusztulása, valamint a vizek szennyezettségi fokának növekedése évről évre, mellyel teljes kolóniákat pusztítanak ki. Ellenben a megújuló erőforrásokkal, mivel ezek a természeti erők által adta lehetőségeket aknázzák ki, nagy részük teljes mértékben veszélytelen a földbolygóra nézve, másik részük viszont minimális szennyezési mértékkel bír a fosszilis társához képest. Jelentős előnye még az energianagyhatalmaktól való teljes függetlenség, hiszen semelyik ország által előállított, kibányászott vagy finomított energiahordozó importálása nem szükséges a megújuló erőművekhez, hiszen minden országban megvannak a megfelelő természeti adottságok specifikus erőművek telepítésére. A legfőbb előnyeit már ismerjük, de mint tudjuk tökéletes rendszer nem létezik, ezért önámítás lenne magunkat azzal becsapni, hogy ezen energiaelőállítási mód tökéletes, és semmilyen problémával nem jár. Elsőnek talán a már sokat emlegetett egyenlőtlen energiaelőállítás melyet a természeti elemek által kifejtett hatások változatossága okoz. Ezt úgy kell érteni, hogy mivel a szél nem azonos sebességgel fúj állandó jelleggel, ezért a turbina sem tud mindig, állandó teljesítményt leadni. Ahogy a napelemre napkeltekor és napnyugtakor nem esik annyi fény, mint a nap többi folyamán, ezért azokban az időperiódusokban az energiatermelés határfoka is lecsökken. Ez az egyenletlen energiatermelés a tárolási nehézségeket is magával hozza, hiszen a jobb időszakokban keletkezett túláramot tárolni kell, azonban a kevésbé effektív időszakokra is fel kell készíteni a rendszereket, hiszen energiára állandóan szükség van. Azt sem szabad hinnünk, hogy ezen energiatermelési eljárásnak semmilyen környezetre gyakorolt negatív hatása nincs. Ugyanis a nagy helyigényű telepeke, parkok miatt nem egy erdőt, mezőt kell teljesen rekonstruálni. Ezzel, ha nem is folyamatos, de egyszeri kárt okozva a földnek.



2. Napelem mint megújuló energiaforrás

Nos, mostmár, hogy az első fejezetéből következően betekintést nyerhettünk az energiaeelőállítás, miértjébe és legfőképpen hogyanjába, valamint a két fő energiatermelési szektor, azaz a meg, és a meg nem újuló energiahordozók által üzemeltetett erőművek működésébe, mostmár koncentrálhatunk a dolgozatban körüljárt fő energiaeelőállító egységére a napelemre. Igaz az előző fejezetben felületesen volt szó erről a berendezésről, de a dolgozat teljes megértése érdekében, szükséges behatóbban ismernünk a technológiát, működése, felhasználása, fajtái szempontjából. A napelem, szaknyelvi kifejezéssel élve fotovillamos elem, melynek elődjét először 1939-ben készített el Alexander Edmond. Később sok évnyi kísérletezés, észrevétel után Charles Fritts amerikai származású fizikus, feltaláló lefektette a ma ismert napelem alapjait, azonban később neves fizikusok megállapították, a fotovoltikus jelenséget, amit pár évre rá maga Albert Einstein magyarázott meg. Az első modern szilíciumra épülő napelemet Russel Ohl nevéhez köthetjük, de a gyártásba adott napelemet 1954-ben mutatták csak be. Az embereket kezdetben nem érdekelte ez a korszakalkotó technológia, viszont amint az USA haditengerészete használni kezdte műholdjain, az emberek érdeklődése rohamosan nőtt. Ahogy a technika kiforrottsága is vele együtt, sokak sajnálatára viszont az űrtechnológiának fejlesztett rendszerek, nem az átlagember pénztárcájára szabott árakon volt elérhető. Felismerve a nagy igényt később köznépi felhasználásra, csökkentett teljesítménnyel és vele egyetemben csökkenő árral piacra vitték. Folyamatos fejlesztések árán egyre nagyobb réteg számára elérhetővé vált a napelemek felhasználása, ehhez viszont tanszékek létrejötte, nagyszabású befektetések, valamint komoly kutatások voltak szükségesek. Manapság sok olajválság alatt bajba jutott cég választja a napelem energia hasznosítást, mint a cég fő tematikája, ezzel segítve elő a bolygónk védelmét, valamint tisztaságát, és biztosítva magukat a jövő energetikai piacán. Mostmár hogy ismerjük a történetét, vessünk egy pillantást arra is, hogy miként működik. A naptól egyenesen a földre érkező elektromágneses sugárzást fogja fel, majd gyűjti össze, azaz fotonbefogadást végez. Ezt később egy bonyolult folyamat következtében elektromos energiává alakítja átt. Na de a lényeg, mi is ez a bonyolult folyamat? Nem más, minthogy a felfogott sugárzásból mozgásképes részecskéket hoz létre melyek rendezett mozgásra kényszerülnek a beépített elektromos tér miatt, amit az elektronkilépési munka különbségisége, és az elektrokémiai potenciálok (egy olyan arányszám mely megmutatja mekkora mértékben változik egy rendszerben lévő mol mennyiség, egy egység egyéb, vagy azonos anyagú mol hozzáadásától) generálnak. Most, hogy a szaknyelven már ismerjük a működésüket nézzük meg egyszerűbben, a felépítéséből kiindulva. A cella voltaképpen két eltérő darab vékony rétegben felhasznált szilícium, mely egy üvegből előállított kristály, amely elengedhetetlen a processzorok,



valamint különböző chipek gyártásához ám nekünk félvezető tulajdonsága, valamint egyedi stabilitása miatt fontos. Ezek azon tulajdonságai melyek tökéletes napelem alapanyaggá teszik. Természetesen más anyagokból is készítenek napelemeket, de ez a legelterjedtebb. Mint ahogy már azt fentebb említettem a 2 különböző félvezető egy pozitív és egy negatív részre tagolható. A negatívakat foszforral szennyezett szilíciumból, még a pozitívokat bórral szennyezett szilíciumból készítik. A negatívban így szabad elektronok keletkeznek, míg a bórral szennyezett pozitívban elektronhiány. Ezen számunkra előnyös tulajdonságokkal rendelkező, módosított szilícium rétegek összeillesztésekor a pozitívban keletkezett elektronhiányt a negatív szabadelektronjai semlegesítik, ezzel feszültséget létrehozva. Mikor megérkezik a elektromágneses sugárzás az egyenesen a P(pozitív) és az N(negatív) réteg közé kerül, és átadja energiáját az elektronoknak melyek ennek hatására vándorlásba kezdenek, helyükön” lyukak” keletkeznek melyek irányába a kilépett elektronok elmozdulnak, ezzel megteremtve a feszültséget és az elektronok rendezett egyirányú áramlását ami ismertebb nevén az elektromos áram. Tehát mint láthatjuk a napelem az energiaátalakítás elvét kihasználva funkcionál. Leegyszerűsítve ez a napelemek működésének magyarázata, ha egy kicsit jártasabbak vagyunk az elektronikában feltűnhetett, hogy sok hasonlóságot találhatunk a napelemeink, és az úgynevezett diódáink között. Ez bizony nem véletlen ott is megtalálható a p-n réteg, valamint az elektron-” lyuk” kapcsolat. Bizony, nincs már új a nap alatt. Mostmár hogy tudjuk miként működik, valamint, hogy a megújuló energiaforrások táborába tartozik, nézzük meg hol is használják ezt a napjainkban is csúcstechnológiának számító terméket. A felhasználása igen széleskörű a párszáz/ezer forintos órák, lámpák. számológépek energiaellátásától, az átlagember energiadefedezését biztosító, épületre vagy keretre szerelhető rendszeren keresztül, egészen az egyre elterjedtebb ipari szintű, napelem parkokban történő létesítésig, mindenhol fellelhető. Az otthonaira szerelhető általában mono, vagy polikristályos szilícium alapú napelemek (a dolgozat későbbi fejezetében kitérünk rájuk) a fentebb bemutatott módon működnek. Azonban az ipari felhasználásnál más a helyzet, ott a naperőművek a már alaposan körüljárt gőzturbinás rendszer alapján dolgoznak. A nap sugaraiból kinyert hőenergiát egy folyadéknak adják át közvetlen módon, ezt szükség esetén más eljárással túlhevíti, és nagynyomású gőzt fejlesztenek vele, amivel a generátort hajtják, ez az indukció jelensége segítségével elektromos áramot termel. Ez az eljárás azért lehet kifizetődő, mert nem igényel olyan komplikáltságú paneleket, valamint a folyadékhevítés lényegi részét a nap végzi így minimális energiabefektetés elég a gőzképzéshez. Tehát ez is egy fajtája a napelemeknek. De vajon hány fajta napelem van? És miért jobb az egyik, mint a másik? És hol használjuk őket? Nézzük meg részletesen.



2.1. Napelemek Fajtái

Mostmár jól ismerjük a napelemek működését, valamint a felhasználását. Arról is említést tettem, hogy önmagában nem csak a szilícium félvezető kristályból készülhet ilyes fajta berendezés, hanem több, egymástól szögesen eltérő eljárással készített és ezáltal merőben eltérő tulajdonságokkal, hatékonyságokkal ellátott szolárpanel is létezik. Ezen fellül azt is tudjuk, hogy egy kezdetben a világűrbe szánt gépek áramellátását fedezte, majd csak később vezették be a közéletbe. Ebből kifolyólag nem szabad meglepődnünk, hogy különböző napelemeknél merőben eltérő teljesítménnyel, valamint árakkal találkozhatunk. Ezen előismeretek tudatában, vegyük szemügyre a napkollektorokat.

2.1.1. Kristályos napelemek

A kristályos napelemek a legelterjedtebb, és jelenleg legkiforrottabb technológia a szolárpanel gyártás terén. Működése a már bemutatott elvre épül. Alkotó eleme a szilícium kristály, mely félvezető tulajdonságai miatt kiváló erre, két bórral, valamint foszforral szennyezett lapot hoznak létre melyet összeillesztenek, ezzel létrehozva egy pozitív és negatív oldal. Ezek elektronkülönbségeinek kiegyenlítésével elektromos áram hozható létre. Ezen napelem cellákat, részlegesen elzárva a természeti viszonyosságoktól tartják, ezt különböző rétegek rászerelésével érik el. Ezen napelemfajtnál két egymástól kicsit eltérő féle létezik, az egyik a monokristályos a másik pedig a polikristályos szerkezetű napelem. Ez a különbség a gyártás alatt mutatkozik meg, még a monokristályos napelemek úgy készülnek, hogy egy szilícium tömböt húznak henger alakúra, folyamatos elektromos térben, ezért a szilícium egy darabban marad, egységesen. A polikristályost ellenben tömbökbe öntik ezért a kristály szerkezete több részre tagoldódik, majd úgy is hűl ki. Későbbi folyamatok megkönnyítésének érdekében a monokristályos napelemet 8 szög alakra formázzák még a polikristályos tartja az ismert egybefüggő négyzetes formát. Számottevő eltéréstől nem beszélhetünk, mivel alapanyaguk azonos, de a megfelelő éghajlatra optimalizálva érdemes őket elhelyezni, a monokristályos a melegebb, még a polikristályos inkább a hidegebb éghajlatban produkál magasabb hatásfokot. Azonban érdemes megjegyezni, hogy a monokristályos drágább, és minimálisan hatékonyabb technológia, és a merőleges fényt kedveli, míg társa a Polikristályos valamennyivel kisebb hatékonyságot tud biztosítani azonban a beruházás is kevesebbre rúg, továbbá a szórt, valamint napkelte, napnyugtai fényt hatékonyabban kezeli mint a monokristályos. Ilyen napelemekkel találkozunk leggyakrabban épületek tetején, (többnyire polikristályos napelem) vagy különböző napkövető berendezések(többnyire monokristályos napelem) részeként.

Árukat nézve megfizethetők.



5. ábra: Monokristályos, valamint Polikristályos napelemek [5]

2.1.2. Gallium-arzenid vegyületes napelemek

Ezen technológia merőben eltér az eddig megismertektől. Mint azt tudjuk a maga napelem is csúcstechnológiának minősül, de ez a fajta megoldás tovább fokozza ezt. Elsődlegesen az űrtechnológia köréhez tartozik. Ez az űripar számára kifejlesztett napelem típust ugyanis roppant magas hatásfokkal rendelkező cellák összessége jellemzi. Működésének alapja a rétegesség. Több p-n átmeneti pálya épül egymásra, ezzel lehetővé téve, hogy a napból érkező sugárzás különböző értékeit, különböző, arra tökéletesen optimalizált panelek vehessék fel. Általában 8 különböző réteggel találkozhatunk ám manapság már többről is történt beszámolás. Roppant drága, átlag felhasználó számára elérhetetlen, de szerencsére a használata nem is indokolt egyszerű háztartási környezetben. Hatékonysága közel háromszorosa kristályos társának, mintegy 46%-léc körüli érték. 2014 óta alkalmazzák az iparban is, azonban magas ára miatt nem olyan széleskörben kiépült, mint a kristályos.



6. ábra: Gallium-arzenid vegyület alapú napelem a világűrben [6]



2.1.3. Amorf szilícium napelemek

Ezen napelem fajtával egy teljesen másik frakcióhoz értünk, a napelem gyártást tekintve. Gyártását tekintve nagyban különbözik az eddig bemutatott társaitól, ugyanis itt nem egy teljes, megmunkált szilíciumkristályt használnak fel, hanem egy választott hordozóra (általában üvegre, műanyagra, vagy fémre) gőzöléses technológiával felviszik 1 mikron rétegben, majd ezeket illesztik össze, ezzel kialakítva folyamat végbemeneteléhez szükséges 2 réteget. Később lézeres bevágással bemetszik ennek területét a kedvezőbb elektrotechnikai tulajdonságok miatt. A kevés felhasznált nyersanyag miatt ára jelentősen kedvezőbb, mint a nagyrészt szilíciumot tartalmazó társaié, valamint gyártási ideje is jelentősen rövidebb. Beépítéskor is igazán kedvező, ugyanis a kristályos napelemekhez képest 15° -kos tűrést tesz lehetővé. Sajnos ez fajta rendszer sem hibátlan. Hatásfoka a vékony filmréteg miatt igen alacsony, valahol 6-8% körüli értéket képes felmutatni. Kedvezőtlen hatékonysága miatt nagyobb felületekben célszerű telepíteni. Akár teljesen beépíthető épületek fal, illetve tetőszerkezetébe. A kristályos társaival szemben a szórtfényre könnyebben optimalizálható, jobban kedveli azt, mint a direkt fényt (ebből is adódik a magas beépítési tűrés). Általában 15 éves élettartalmat várhatunk el tőle. Az amorf-szilícium szolárpanel egy külön családba tartozik a napelemeken belül is, mégpedig a vékonyfilm-rétegű napelemek táborába. Rajta kívül ide sorolható továbbá a kadmium-tellurid, valamint a réz-indium-diszelenid vegyület alapú napkollektorok is. Ezeknek gyártása valamint felhasználása nagyfokú hasonlóságot mutat, eltérést csak teljesítményben, és pár kisebb jellemzőben figyelhetjük meg, mint például a beépítési pontosság igénye, vagy a környezeti viszonyok elleni tűrés.

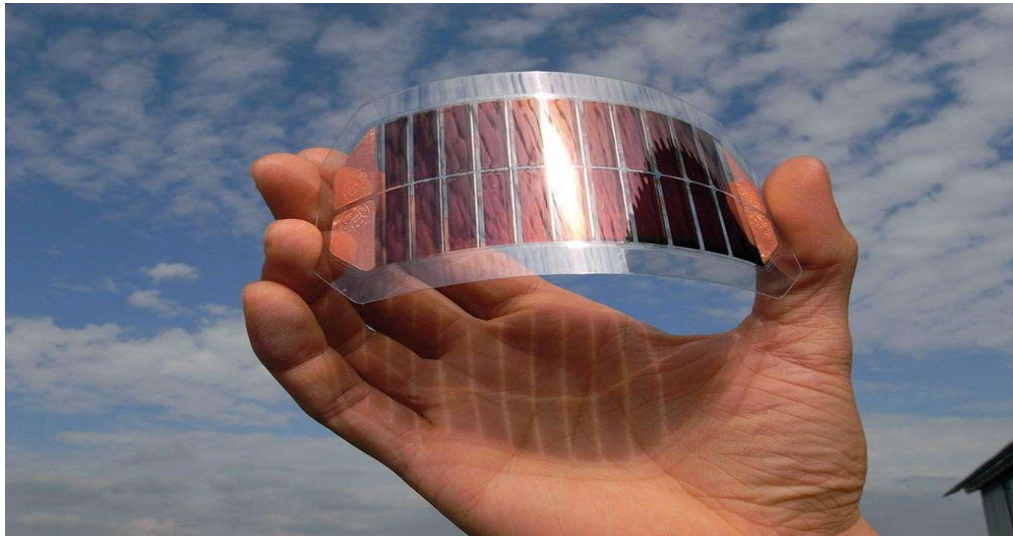


7. ábra: Amorf-szilícium napelem rendszer [7]



2.1.4. Szerves napelemek

Nos, mint ahogyan azt a neve is sejteti a szerves napelemek is egy, az eddigiektől nagyban eltérő szolarpanel csoport előtt nyitja meg az utat a dolgozatban. Gyártása egyszerűbb, mint kristályos, vagy vékonyfilm-réteges társaié. Ebből adódóan ára is jelentősen kedvezőbb. A környezetet nem károsító, széles körű felhasználást, elhelyezést lehetővé tevő rendszer. Azonban jelenlegi formájában hatékonysága elmarad társaiétól. A szerves napkollektorok végtelen számú lehetőséget biztosítanak ezért nagyon széles körű technológiai spektrumot fednek le. Azonban mi most 2 egymástól merőben eltérő eljárással gyártott napelemet fogunk részletesen szemügyre venni. Ezen két csoport a szerves polimer félvezetők, valamint a fényérzékeny festett cellákra épülő napelemek. Nézzük meg elsőként talán, az előbbit. A polimer alapú félvezetők olyan molekulaláncok, melyeket mesterségesen állítanak elő, úgy, hogy annak a szilíciumhoz hasonlóan félvezető tulajdonságai érvényesüljenek. A festett cellás napelemeknél, teljesen máshogy hasznosítják fel a természet adta lehetőségeket. Itt a természetben is előforduló, növények életben maradását, növekedését elősegítő folyamat, azaz a fotoszintézis utánozása zajlik. Azzal a különbséggel, hogy itt a vörös festék veszi fel a fotovoltikus sugárzást majd állít elő belőle elektromos áramot. A fentebb bemutatott vékonyfilm-réteg alapú technológiákhoz hasonlóan itt is széles körű azon anyagok mennyisége melyek felhasználhatóak, mint ezen technológiák hordozói. Roppant nagy előnye, hogy ez által rengeteg felületre felvihetőek, valamint nagy beépítési tűrést enged meg, ez által könnyű lesz a tájolása is. Áruk is alacsony. Azonban jelentős hátránya a hatásfoka, mely elmarad társaiétól jelentős mértékben. De kár lenne emiatt azonnal homokba dugni a fejünket ezen technológia hallatán, ugyan is az Amerikai Egyesült Államok területén folyó kutatások folyamatos fejlesztéseket kínálnak a technológiának. Nemrégiben bejelentésre került egy új, a hatékonyság növelésére szolgáló módszer, mely a gallium-arzenid vegyületet alkalmazó szolarpaneelnél már korábban alkalmazásra került. E szerint több különböző rétegben helyezik el a napelemeket egymáson. Ezen rétegek mind más, frekvenciájú fotovillamos sugárzás felfogására vannak optimalizálva, ezért rá eső nagyfényt nagymértékben hasznosítani képes. Gondoljunk csak egy szűrőre, melyben folyamatosan egyre sűrűbb rosták követik egymást. Ezen elvet használja ez a technológia is. Ezen technológiák felhasználása, megismert tulajdonságai miatt, roppant fontos lesz a közeljövőben. Akár teljes épületek bevonhatóak vele, hiszen a mellett, hogy igen jól alkalmazkodik bármely hordozóhoz, színben és mintában is nagy spektrumon alakítható. Beépíthető okos eszközeinkben, melyeknél egy folyamatos töltést biztosíthatunk használatával, és helyigénye is igen minimálisnak számít. Előállítása korszerű, olcsó valamint hatékony, nyomtatott eljárással készül.



8. ábra: Nyomtatott szerves napelem[8]

2.1.5. Szerves-szervetlen (perovszkit) alapú kísérleti napelem

A szolárpanelek fajtáinak megismerésére szolgáló kis alfejezet végén egy igazi kuriózumot szeretnék bemutatni, dolgozatomban olvasóimnak. Megismerkedettünk már több szervetlen szilíciumot, vagy más félvezetőket alkalmazó napelem technológiával, valamint a szerves panelekről is olvashattunk egy rövid leírást. A végére pedig ezek ötvözését, a szerves-szervetlen napelemeket szeretném prezentálni. Ezen fotovillamos panelek alapanyag a perovszkit, mely egy olyan oxidásvány, melyet 1893-ban fedezett fel Gustave Rose. Ezen ásvány használatával kreált napelemek, sokkal olcsóbbak mint szilíciumból készülő társai (ára egyötöde a szilícium alapú napelemeknek), valamint, gyártása is lényegesen egyszerűbb, fény megkötési képessége messze felülmúlja a szilíciumot, és hatékonysága habár elmarad a kristályosoktól, árához viszonyítva elégségesnek mondható, azonban ez a technológia is rohamosan fejlődik, ezen fejlődések legnagyobb háttérszervezete az angol Oxford PV. A jelenleg rendelkezésre álló perovszkit származékok közül a metil-ammónium ólom-trihalogenid vegyület bizonyult a legalkalmasabbnak napelem gyártás szempontjából. Később az ólom tartalmát órra cserélték, ezzel fel, a környezet kímélés érdekében. Az ígérték szerint a napelem 2020-ban került volna véglegesítésre, majd gyártásba, és 2021-ben mutatták volna be a piac számára, mint alternatív energiaforrás. Azonban ez a jelen aktuális koronavírushelyzetben nem az elvárt mértékben fejlődött, így a bemutatót későbbre halasztották. De az már bizonyos, hogy van miért várunk ezt a technológiát.



2.2 Napelem hatásfoka, valamint abból kinyerhető energia

Mostanra a dolgozatból, megismerkedhettünk az energiatranszformációval, valamint a napelemek fajtáival. Azt is jól szemügyre vehettük, hogy jelenleg legnépszerűbb napelemeink, mind egymástól részben, vagy teljesen eltérő hatékonyságot produkáltak, valamint a többnyire más, a beépítésre vonatkozó, ajánlás, előírás vonatkozik rájuk, mivel az általuk használt technológiák nagymértékben eltérőek. Na de akkor, ha jó hatásfokot szeretnénk nyújtunk mélyen a zsebünkbe a drágább technológiáért, és reméljük a legjobbakat? Nos a válasz nyilván nem. A már meglévő napelemeink hatékonysága is növelhető, de jelenleg a bonyolultabb technológiák közé sorolhatjuk, amely azt eredményezi, hogy az ára sem kedvező. Sokáig úgy gondolták, hogy a napelemek technológiája a 33,7%-os lélektani határ átlépésére képtelen, azonban ezt az elméletet az egymásra rétegesen elhelyezett napelemek (fentebb olvashat a technológiáról, részletesen) rendszere borította fel ugyanis ez kiegészítő, fénytérelő lencsék segítségével képes volt elérni a 46%-os hatásfokot. Ez még mai mércével is igen impresszív, és valószínűleg ez a szám napjainkban, a technológiák fejlődése miatt még magasabb lehet. Azonban a jelenlegi fejlesztések már nem csak a szolárpanelekből kinyerhető teljesítmény kihegyezésére, mindinkább az olcsóbb gyártás, a gazdaságosabb megtérülési idő, valamint a hosszabb élettartam kivitelezésre álltak átt, hiszen ezek is legalább annyira lényeges tényezők. Továbbá a jelenlegi törekvések az ökológiai lábnyomunk csökkentése köré csoportosulnak, gondoljunk csak a fentebb már bemutatott szerves napelemekre, melyek kiemelten környezetbarátnak számítanak még a megújuló energiahordozók szféráján belül is. De mivel dolgozatom fő tematikája napelemek teljesítményének maximalizálására alkalmas keretrendszer bemutatása, maradjunk a hatásfok témakörénél és járjuk körbe részletesen. Egy napelem kinyerhető teljesítményét a fajtáján kívül nagyban 3 dolog befolyásolja, mégpedig a szolárpanel, valamint a nap egymáshoz viszonyított beesési szöge, a napelemre csatolt terhelés mértéke, valamint a megvilágítás intenzitása. Ezen pontokból az utóbbi kettő, nagymértékben befolyásolható, azonban a legutolsót, a természet gondjaira vagyunk kénytelenek bízni. Ennek tudatában logikus gondolatmenet mentén haladva rájöhetünk, hogy a két változtatásra képes komponenst kell számunkra a legmegfelelőbbé alakítani. Ezen helyzetben általában a beesési szög idealizálásával szoktuk ezt megtenni. Na de szükség van-e egyáltalán erre? Telepített, vagy inkább napkövető berendezéssel ellátott napelemet válasszunk magunknak? Az egy pozícióban letelepített napelemek (gondoljunk csak a lakóházak tetején elhelyezettek) ideális esetben dél irányában 35°-os tájolással dolgoznak. Erre a fajtára a nagymértékben változó energiaelőállítás jellemző, hiszen maga a nap is folyamatosan eltérő intenzitással éri a panelt. A reggeli napkelte, valamint az esti napnyugtái



időszakokban a termelt áram mennyisége közel egyenértékű a nullával, hiszen ilyenkor a nap sugarai minimálisan érik a fotovillamos panel, kristályait, azonban ez nem meglepő hiszen már megismertük, hogy egy napelem minél nagyobb beesési szöggel dolgozik, hatékonysága is annál optimálisabb. Viszont az egy pozícióban letelepítésre került napelemek elvitathatatlan előnye, hogy sokkal igénytelenebb kisebb karbantartás igényű, napkövető társainál, valamint egyszerűbb, ennél fogva ára is kedvezőbb lehet. De ha lehetőségeink engedik, valamint a naplemünkből ki szeretnénk hozni a maximumot, ezzel az ár-érték arányhoz is nagyot hozzátevé akkor mindenképp válasszunk egy napkövető berendezéssel ellátott szolárpanel rendszert. Ez a technológia lehetővé teszi, hogy napelemeinket mindig az időjárási viszonyoknak megfelelően a legoptimálisabb állapotba pozicionáljuk, ezzel törekedve a nappal teljesen merőleges beesési szög tartására. Ilyen rendszerből elérhető egy, valamint két tengely mentén elmozdulni képes változatok is. Míg az egy tengelyes rendszer többnyire a horizontális tengelyen változtat, addig a kéttengelyes társa a vertikális is horizontális irányokban egyaránt képes pozicionálni a fotovoltikus paneljeinket. De fel kell készülnünk arra, hogy ez komolyabb elektronikai, valamint mechanikai háttérrel kíván, ennek okán karbantartása is igen komplikált, költsége, rendszerszerű. Továbbá nem elhanyagolható, a jó tájolás, mely itt is kardinális fontosságú annak ellenére is, hogy ez az eljárás magas fokon képes kontrollálni a pontatlanságot. A beesési szög megváltoztatásán kívül is léteznek elterjedt segédelemek a napelemekhez, efelé technológia a panel felett elhelyezett kisebb lencsék hálózata mely a nap energiáját koncentráltan arra vezeti, ezzel nagyban javítva annak hatékonyságát, valamint kisebb méretű de nagyon hatékony napelemek alkalmazását is lehetővé teszi. Nade most hogy már napelemeinket a végtelenségig kiéleztük, és energiakinyerésünk is az egekben mit kezdünk a megtermelt energiával? Természetesen a kérdés költői, ugyanis a megtermelt energiának mindig találunk helyet. A napelemek által szolgáltatott energia felhasználására két elterjedt módszert ismerünk, az első az úgynevezett sziget üzemű felhasználás, mely az energia egyenlőtlenséget küszönöli ki számunkra. Hiszen bármilyen kiforrott rendszer alkalmazása mellett döntünk, minimális energiaváltozás elkerülhetetlen a napkollektoroknál. Ezért, ezen rendszer ezt pufferek beiktatásával küszöböli ki melyek ideiglenes energiátárolók, ezek raktározzák az érkező egyenletlen energiát, majd ez továbbítja otthonaink rendszerébe is. Ez lehetővé teszi, hogy a reggeli kávéfőzésünk közben gépünk ne változó intenzitással néha megállva dolgozzon hanem mindig egyenletesen legyen képes feladatát végezni. A másik faja pedig a hálózatba tápláló megoldás, mely egy inverter alkalmazásával egyenárammá alakítja napenergiánkat, majd azt egyenesen az elektromos hálózatba közvetíti, ezt szolgáltatónk látja, és ehhez mérten szabják ki számunkra elektromos energiafelhasználásunk díját is.



3. Saját fejlesztésű napkövető rendszer a maximális hatékonyságért

Nos, végre elérkeztünk a dolgozat központi eleméhez, a saját magam által tervezett, valamint részlegesen kivitelezett, többnyire szolárpanelek mozgására felhasználható keretrendszer, mely teljesen mobilis, egy átlagos, műszaki tudással nem rendelkező, ember számára is könnyen összeszerelhető, valamint felépítése és kialakítása miatt remekül optimalizálható a legtöbb időjárásformához. Gyártása a legkorszerűbb eljárásokkal olcsón, valamint magas hatékonysággal kivitelezhetőek, akár több eljárás útján is, jelenleg egy 3D nyomtatásos eljárással létrehozott, modellt fogok a szemük elé tárni, melynek főbb alkotóelemei nem csak a tervező asztalon születtek meg, hanem elkészült, kipróbált komponensekké váltak. Nézzük meg milyen előnyöket kínál az általam alkotott rendszer a jelenleg meglévőkkel szemben, valamint milyen széleskörű felhasználást biztosít

3.1 A rendszer létjogosultsága, valamint alkalmazási területe

A dolgozatban már bemutatásra került, több formája is a napelemek hatékonyságát kiterjesztő, napkövető berendezéseknek. Felmerülhet, a kérdés akkor miért nem maradunk azon technológiák alkalmazásánál, miért van szükség egy másabb rendszerre. Kezdjük az elejétől. Az én berendezésem, fő szempontja a hatékonyság növelése, valamint az emberközpontú, normál egyén számára is könnyen megérthető tervezés volt. Egy ilyen rendszer beüzemeléséhez nem szükséges szerelők, gépészek, mérnökök csoportja. Egyszerű, kész elemekből álló, önfentartó rendszert hoztam létre, mellyel mindenki képes, a saját maga által vásárolt, vagy már meglévő fotovoltikus panelin javítani. A berendezés puritánsága végletekbe menő, a teljeskörű használhatóság mellett. Gyerekkorunk jól ismert játékához, a LEGO-hoz tudnám leginkább hasonlítani. Egyszerűsége miatt könnyen, valamint gazdaságosan gyártható a legtöbb komponens, és mivel az üzembehelyezése átlátható, a beépítés költsége sem terhel minket. Meghibásodás esetén, szervizelése hétköznapi szerszámokkal kivitelezhető akár otthonunkban is, továbbá az alkatrészek kivitelezése miatt cseréjük sem okozhat problémát. Szükség esetén, teljesen hordozható, akár otthonunkról leszerelve, nyaralónkba, hétvégi házukba is könnyedén magunkal vihetjük, e miatt nem szükséges több, roppant drága hálózatot kiépítenünk. Igény szerint járműveinkre is felszerelhetjük. Gondoljunk csak egy lakókocsira, vagy akár egy egyszerű személygépjárműre, de akár a vízi közlekedésre is. A készülék kialakítása miatt roppantul mobilis, mint az az előző felsorolásból is megfigyelhető, valamint az időjárási viszonyok változásának is remekül ellen képes állni. Karbantartás igénye igen alacsony, a kopó, fogyó alkatrészek cseréjén kívül elhanyagolható. Ez az eszköz tökéletesen alkalmas, már kiépített, napkövető berendezéssel el nem látott rendszerek korszerűsítésére, de újak gépiesítésre is egyaránt.

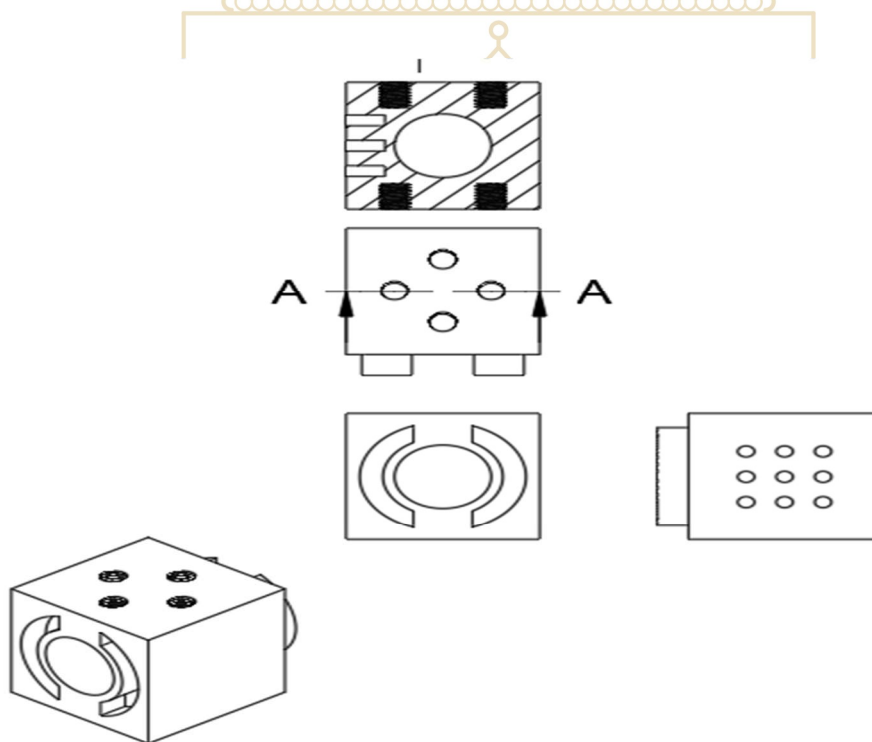


3.2. Szerkezet felépítése, működése

És végre elérkeztünk a dolgozat, számomra legkedvesebb részéhez, gépészeti érdeklődésemből kifolyólag, a rendszer felépítéséhez és az alkotó elemek működéséhez. Kezdjük is a legelején. A szerkezet feladata már ismert, a napelem hatékonyságának kihegyezése, annak mindig megfelelő pozicionálásával. Tehát egy napkövető berendezés, ráadásul a horizontális, valamint a vertikális tengely körül is elmozdulni képes fajtából. Kezdjük a legelején, a tartó szerkezeti elemektől. Ez képi az egész rendszer alapját, erre épülnek a további elemek, valamint ez hordozza a napelem súlyát is. Mint ahogy az már előzetesen említésre került, egy átlagember számára is könnyen szerelhető, LEGO szerű elemek [9] összessége maga az eszköz, ez alól a váza sem kivétel. Alapját több, 50 milliméteres lapátvolsággal ellátott kocka képi melyeknek egyik oldala 2 félkör alakú csappal rendelkezik, valamint az ezzel szemben található oldalból, egy ezen alakkal megegyező bemaást találunk. Jól sejtethjük, hogy ezek nem a véletlen folytán lettek hasonlóak, ugyanis könnyű, panel szerű építését pont ez teszi lehetővé számunkra. Az összeszereléshez más dolgunk nincs, mint a mart üreg, vagy a csap felületére feljuttatjuk a vékony rétegben, az erre alkalmas ragasztót, majd egymásba illesztjük a két komponenst. Az alkotóelemek összeillesztésére a ragasztást találtam a legkönnyebben kivitelezhető megoldásnak, továbbá egy korszerű, gazdaságos illesztési formának tartom, mely a rendszeren várható terhelésnek tökéletesen képes ellenállni. Tervezéskor ügyeltem arra is, hogy az összeszereléskor ne szilárdillesztés jöjjön létre, ezért a csap 5 milliméteres, még a mart üreg szélessége 6 milliméteres. Ezzel kialakítva azt az 1 milliméteres légrést, mely lehetővé teszi a ragasztó megfelelő illeszkedését, valamint az esteleges hőtágulásból adódó problémák kiküszöbölését. A test tetején, valamint az alján továbbá helyet kapott 4 darab furat súllyesztéssel melyek egy 45° fokkal elforgatott kocka alakzatban helyezkednek el ezzel lehetővé teszik a lerögzítés széles körű választási lehetőségét. A 10 milliméter mélységgel rendelkező furatba M8-as menet került. Ezen menetek feladata az összeillesztett keret aljára, valamint tetejére kerülő plexi, vagy egyéb más erre a célra alkalmas takaróelem biztonságos lefogatása. A kötéshez, szabványos imbusz fejjel rendelkező csavart alkalmaztam. Továbbá a testen helyet kapott még 9 darab szerelő furat 3X3-mas kiosztásban. 5 milliméter átmérővel, valamint 10 milliméteres furatmélységgel lehetővé teszik, több kiegészítő elem felszerelését is, a szerkezetre, ezzel téve lehetővé még szélesebb körű alkalmazását. Ezen, valamint a lefogató furatok esetében is méreteiket, mélységüket a maximális helykihasználás adta, ugyanis a furatok elkerülhetetlenül fedésben vannak, és tovább mélyítéssel nem szerettem volna az elem szilárdságát negatívan befolyásolni. Ezen komponensből 4 különálló sarokelem is készült, ezzel biztosítva a probléma mentes illesztést, ott ezen furatokat elhagytam hiszen helyükön

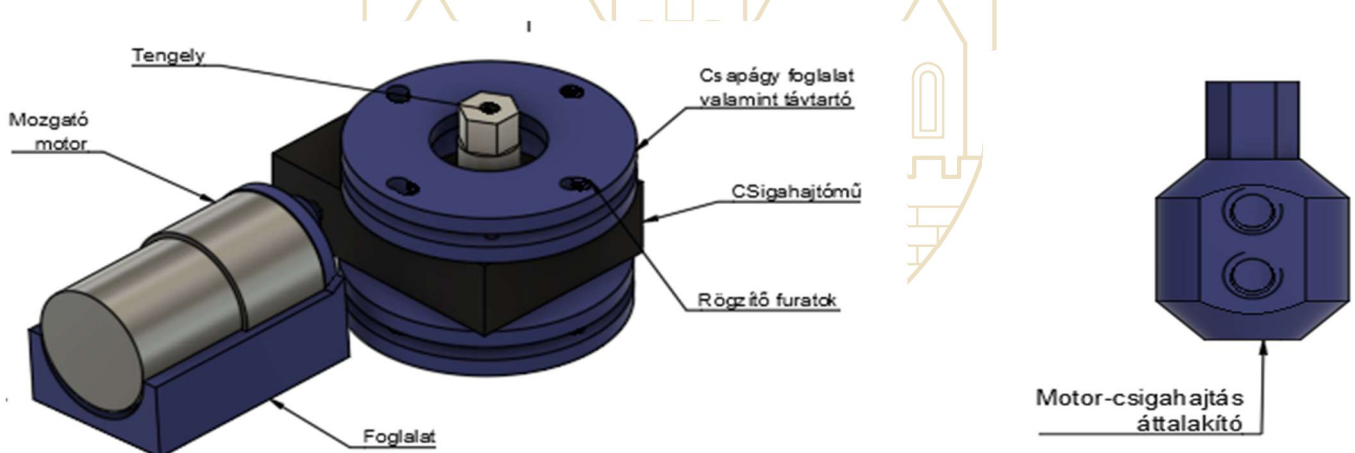


a csap befogadására alkalmas üreg található, ez azonban funkcionalitásából aligha vesz el. Jelen helyzetben a kivételeshez használt napelem 290X 330 milliméteres volt, ennek megfelelő stabilizálására, valamint az alkatrészek megfelelő elhelyezhetőségének érdekében 28 darab rendes és 4 darab sarok elem került felhasználásra. Ezen alkatrész gyártását, lehetőségeimből adódóan korszerű 3dimenziós nyomtatás segítségével kiviteleztem. A nyomtatáshoz rendelkezésre álló alapanyagok közül kedvező tulajdonságai, valamint ára miatt a PETG-re esett a választás, ez egy olyan műanyag fajta mely remek rezisztenciát mutat a víz, valamint az ütés ellen, továbbá a hőhatásoknak is képes, kellő mértékig ellenállni. Továbbá nem rideg anyag, erős behatás következtében képes rugalmasságából kifolyólag felvenni bizonyos szintű terhelést, ezzel megakadályozva a törést. A szerkezet több alkotó eleméhez is ezt az anyagot választottam. Természetesen gyártható, más arra alkalmas anyagból is, mint például fémek, de annak megmunkálása sokkal költségesebb, valamint időigényesebb, azonban a lehetőség megvan rá. Mostmár, hogy a rendszer alapjait képző alkatrészt részletesen megismertük, haladhatunk tovább a mozgató mechanikai rendszer, a keret, az elektronika, valamint az érzékelők világába.



9. ábra: Alap elem különböző nézetekben [9]

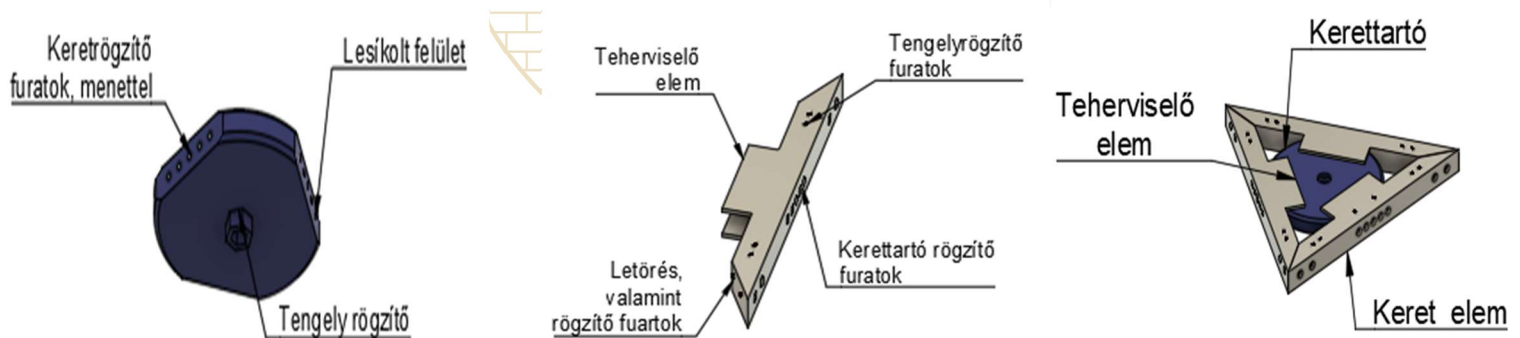
Felmerülhet a kérdés, miszerint miért nem egy egyszerű lemezes alkatrész képi a rendszer alapját, miért van egyáltalán szükség ezekre az alkatrészekre? A válasz nagyon egyszerű, mivel ott foglal helyet az a motor, és a hozzá tartozó berendezés mely szolárpanelünk mozgását lehetővé teszi a vertikális tengely körül. Helyet kapott itt egy keret, melybe a motor kerül beszerelésre, ez teszi lehetővé, hogy stabilan rögzítve legyen az alsó takaróelemre. De önmagában ez még nem lenne elég, hiszen az motor által kifejtett erő, nem a számunkra szükséges irányba mozdítaná a napelemet, ezért beiktatásra került egy szintén 3D nyomtatással készített csigahajtómű. A csigahajtómű egy egyszerű, de igen hasznos szerkezet, melynek főbb részei egy menetes orsó, valamint egy jelen esetben általa hajtott fogaskerék, továbbá a keret, amiben ezek helyet kapnak. Kezdetben egy gyárilag ezzel a mechanizmussal kapható motort szerettem volna beépíteni, azonban az jelenleg nem elérhető, semelyik nagy, valamint kiskereskedésben. Azonban, ha újra kapható lesz, a szerkezet azzal is teljesen üzemképesé tehető, ezzel tovább egyszerűsítve a szerelését, csökkentve az alkatrészek számát, valamint hibalehetőségét. Mivel a motor hajtása, valamint a menetes orsó foglata eltérő, beszerelésre került, egy átalakító elem is. Ehhez a rendszerhez tartozik még továbbá egy hatszög alakú tengely melynek laptávolsága 15 milliméter, melyre a szolárpanelt mozgató kerettartó csatlakozik, valamint 2 távtartó, melyek 4 csavarral rögzülnek a hajtóműhöz. A felépítmény alul, valamint felül is a szabad mozgás, valamint terheléscsökkentés érdekében csapágyazott, valamint csavarral lefogatott. Nagyobb méretű napelemekre tervezett berendezéseknél, szükség esetén merevítések, görgők, valamint a hajtásnál bolygómű is beiktatható, amennyiben nagyobb nyomaték átvitel szükséges.



10. ábra: Vertikális tengely körüli mozgató mechanizmus [10]



Most, hogy megismertük a vertikális tengely körül folyó mozgásért felelős berendezés mozgató mechanizmusát, haladjunk tovább felfelé. Mint azt már említettem a tengely egy mozgatókeretbe csatlakozik, melynek feladata a napelemtartó keret számára lefogatási pontot biztosítani, valamint a horizontális tengely körüli mozgásért felelős motor, és a többi, hozzá tartozó egyéb segédberendezés is az ez által tartott kereten kapnak helyet. Vegyük szemügyre hogyan is néz ki, valamint milyen specifikus kialakítást kapott ez az alkatrész. Felépítését tekintve egy 550 milliméter átmérőjű és 23 milliméteres vastagsággal rendelkező kör alakú test alkotja az alapját, melynek 3 egymástól egyenlő távolságra lévő oldala, szimmetrikusan le lett síkoltva. Ezen oldalak közepén 5 darab M4-es menettel ellátott furatot találunk, soros elrendezésben, melyek a keret felfogatására alkalmasak. Továbbá közepén egy süllyesztett furatot találunk, ez a tengelyhez való lefogatást biztosítja egy M5-ös imbusz csavar segítségével. A tengely további stabilizálása érdekében a furat másik oldalán egy hatszög alakú toldás került elhelyezésre melynek belső laptávolsága a tengely külső méreteivel megegyező. Mostmár, hogy a kerettartót ismerjük, foglalkozhatunk az arra szerelt keret elemeivel is. ezen test egy 355mm-es hosszúsággal rendelkező hasáb, melynek 2 oldalán egy 33.5 fokos letörést találunk. Az alkatrész közepéből kiemelkedik egy lemez szerű test mely mindkét oldalon megtalálható. Ezek fogják közre a tartót, ezzel tovább biztosítják a kötést, valamint felfekvésükből adódóan a terhelés felvételben is segítenek. A komponens közepén továbbá elhelyezésre került a tartón is jelenlévő 5 furat, azonban itt menettel nem rendelkeznek. Tetején a tengely rögzítő lefogatásához kellő furatokat találjuk, oldalanként kettőt. Ebből az alkotóelemből 3 kerül beszerelése. Összeillesztésük jelen esetben a letöréseken található furatok segítségével történik, csavarkötés által, de akár ragasztásos eljárással is elvégezhető a művelet. Összeillesztésük után egy szabályos 3 szög alakot kapunk, ezen foglal helyet a tengely, valamint annak tartói, a vertikális mozgásért felelős motor, valamint a hozzá tartozó egyéb berendezések, mint például a 6002rs típusú csapágyak, vagy a már fentebb bemutatott csigahajtómű.



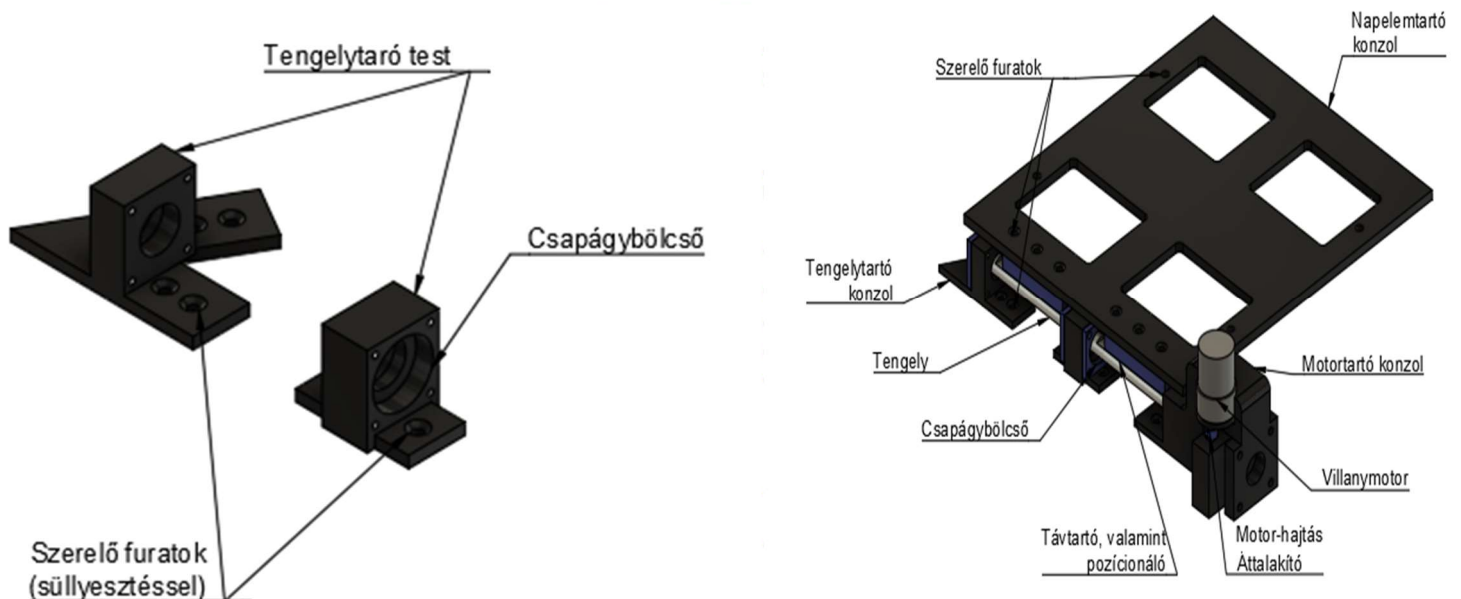
11. ábra: Szolárpanel tartó keret elemek [11]



Most, hogy a rendszer vertikális tengely körüli mozgásáért felelős részét megismertük, áttérhetünk a billentést lehetővé tévő alkatrészegységhez. Alapjait a tengely befogatására alkalmas konzolok képezik. Ezen alkatrészek már részletesen bemutatott keretelemek sarkaiban foglalnak helyet, ebből adódóan kialakításuk, valamint alakjuk is ennek megfelelő, (alfa szögénél) 33.5 fokos háromszög. Ezen az alapon is megtalálhatóak természetesen a furatok, melyek a lefogatást segítik elő, elrendezkedésük szerint száranként két-két darab. Az alapon továbbá helyet kap egy a tengely befogatására alkalmas test. Ez egy 38X40 milliméteres téglalap alakú egység melynek közepén a tengelynek kialakított furatot, valamint a 6002rs típusú 32 milliméteres külső átmerővel rendelkező csapágy számára megmunkált bőlcsőt találjuk. Ezen komponensből két darab (egymással tükrös) kerül beépítésre a keretelemek két szélén. Valamint egy harmadik, szabályos háromszög alakú, a fennmaradt csúcsánál, ez érthető okokból nem rendelkezik tengelytartó konzollal, célja a merevítés. Az egyenletes erőmegosztás érdekében elhelyezésre került továbbá még egy alkatrész a kereten mely a tengelyt középen támasztja meg, felépítését tekintve érdekes lehet, hogy mind két oldalán csapágyazott, még az eddig bemutatott elemek csak egyik oldalukon. Természetesen az alkatrész lemez szerű alján, itt is megtalálhatók a lefogatást lehetővé tévő furatok. Mostmár, hogy a tartókonzolokat ismerjük, ismerkedjünk meg magával a tengellyel is, hiszen ezen is több lényeges módosítás került elvégzésre. A tengely maga, egy 312 mm es hengeres test, melynek végén egy 29 mm es hatszög alakú elem került elhelyezésre melynek lapátavolsága jelen esetben is 15 milliméter, ez a csigahajtómű hajtása miatt lényeges. A tengely két szakasza síkra köszörült, valamint 5-5 darab zsákfurat került itt elhelyezésre melyben M5-ös menetet találunk, ennek feladata a napelem, és a tengely közti távtartó, valamint kötőelem rögzítése. A tengely végei zárókupakkal vannak ellátva. Pár szóban a távtartó alkatrészt is fontosnak tartom megemlíteni. Ez egy dimenzióit tekintve 80X26X11 mm-es paraméterekkel rendelkező téglatest, tetején a tengelyen megtalálható kiosztásban 5 darab átmenő furattal. Feladata a napelemet tartó lemez szerű alkatrész, valamint a tengely közti kötés biztosítása, továbbá a szolárpanel helyes pozícionálása. Ehhez az alkatrészegységhez tartozik továbbá még az előbb emlegetett lemez, melyre fotovoltikus elemünk közvetlenül felkerül. Egy igen egyszerű, 290X330 milliméteres lemez, melynek felületéből négy darab téglalap alakú idom lett eltávolítva ezzel segítve a vezetékek elvezetését, a hűtést, valamint a víz elvezetését, továbbá súlyát is számottevően redukálja, így a motor kisebb terhelés kifejtésével is képes zavartalanul funkcionálni. A rögzítési pontok a rendelkezésre álló napelem lefogatási pontjai szerint lettek kialakítva. A lemezen alján a tengellyel összeköttetést biztosító távtartó rögzítésre alkalmas süllyesztett átmenő furatokat találunk, a már megszokott 5 milliméteres átmerővel ellátva, elemenként 3-3 darab került kialakításra. Nos mostmár megismertük a billentésért felelős főbb alkatrész



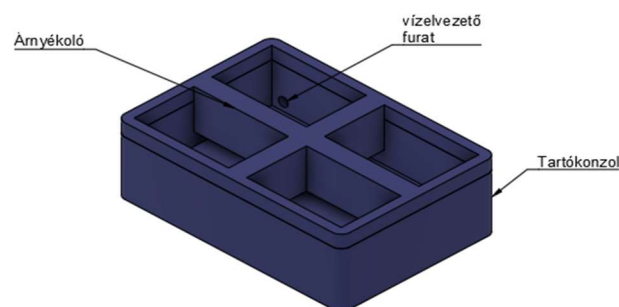
rendszereket, de még nem esett szó az egész rendszer "szívéről" a motorról, és az itt is beépített csigahajtóműről. Ide is az a típusú motor került, mely a horizontális mozgást segítő részegységénél is beépítésre került, akkor nem, de most kitérünk rá nagyobb részletességgel. Ez egy fémből készült, 12 volton működő, valamint 50 fordulat/perces értéken üzemelő villanyhajtású motor, melynek súlya igen alacsony 210 gramm, valamint legszélesebb átmerője is mindössze 37 milliméter. Fordulatszámát tekintve közel sem mondható magasnak, azonban a jelen helyzet nem is teszi ezt nekünk szükségessé. Áttétele ugyanis 1:100 hoz mely azt jelenti számunkra, hogy még a motor 100 fordulatot tesz addig az áttétel kihajtása csak egyszer fordul körül. Ezzel viszonylag nagy erő kifejtését biztosítja a motor, melyre a keret, valamint a napelem billentésénél igen nagy szükség van. Mint azt már fentebb említettem létezik gyárilag csigahajtással szerelt változata, azonban a dolgozat megírásának idejében ez nem elérhető. Egyedileg nyomtatott hajtóművel azonban ez a zavaró tényező kiiktatható, hiszen, ha a közeljövőben sem érkezne utánpótlás, akkor sem hátráltatja a gyártás folyamatát. Ez a motor, valamint a hajtómű egy egyedi konzol segítségével került beszerelésre a billentő mechanizmusban, a napaleme szabad mozgásának biztosítása érdekében. A beépítés csavar kötéssel történt, azonban kialakításából adódóan a 6 felfogási pont helyett csak négyben helyezkedik el csavar, a többiben reteszek stabilizálják a motort. Továbbá a már megismert motor, valamint a csigahajtás közti átalakító itt is beépítésre került.



12. ábra: Billentő mechanizmus, valamint tengelytartó konzolok [12]



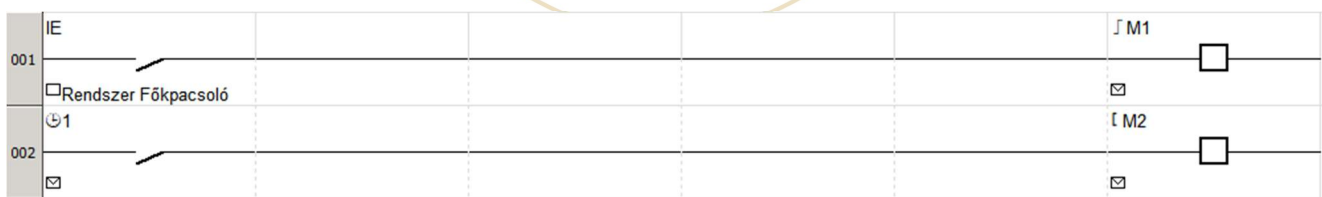
Mostmár megismerhettük a két tengelyes mozgásért felelős mechanika alkatrészeit, elvi felépítését, valamint működését, azonban jogosan merülhet fel a kérdés, mégis mi szerint végzi ezt az elmozdulást, honnan tudja a rendszer mégis miként kell magát pozicionálni? A válasz valószínűleg kiszámítható. Érzékelők segítségével. Nade rendszeremben ez is bizonyos mértékben eltér a megszokottól. Ugyanis az általában a napkövető berendezéseknél felhasználásra kerülő szenzor, egy egyszerű fotoellenállás. Ez úgy működik, mint egy átlagos ellenállás, azonban a nap minnél nagyobb hatást fejt ki rá, annál kisebb az ellenállás mértéke. Ezen tulajdonsága remek érzékelővé teszi, ugyanis, ha a rendszerünk különböző pontjain elhelyezésre kerül megadott számú fotoellenállás, a vezérlőnket könnyedén programozhatjuk arra, hogy elmozdulását mindig a legkisebb érték felé tegye, ezzel biztosítva a megfelelő pozicionálást. Jelen esetben, viszont egy teljesen más elven működő rendszer került alkalmazásra. Ebben fotoellenállások helyett apró, bankkártya méretű napelemek kaptak helyet, egy speciális konzolban. A tartó méreteit tekintve egy 46X30 mm-es tálca melynek mélysége 13 milliméter. Ezen foglal helyet egy árnyékoló keret. A tálca falának alsó részén több csapadék elvezetésre alkalmas furatot is találunk, ez apró, de roppant lényeges eleme a konzolnak. Mivel, noha a napelemek rezisztensek a vízre, érzékelési képességüket nagyban befolyásolhatja a koszos csapadékréteg. Egy keretben négy darab ilyen napelemet találhatunk mely elősegíti, hogy a legpontosabb képet kapja a vezérlőegység az aktuális helyzetről. De hogyan is képes működni ez? Mint arról már említést tettem a egy speciális foglalatban kaptak helyet a napelemek. Mégpedig azért mondható speciálisnak, mivel a foglalat tetején egy kereszt kapott helyet, melynek feladata a napelemek részleges leárnyékolása a fény megtörése által. Tehát leegyszerűsítve a foglalatra eső fény a négy napelemet mindig eltérő mértékben éri, ebből kifolyólag teljesítményének értéke is folyamatosan változik. Ezt a vezérlés érzékeli és ennek fényében állítja a napelemet horizontálisan, valamint billenti a nappal merőleges irányba. Ezen alkatrészből három kapott helyet a napelem különböző oldalainak közepén ezzel a lehető legpontosabb információt eredményezve számunkra.



13. ábra: Szenzornapelem tálca, árnyékolóval [13]



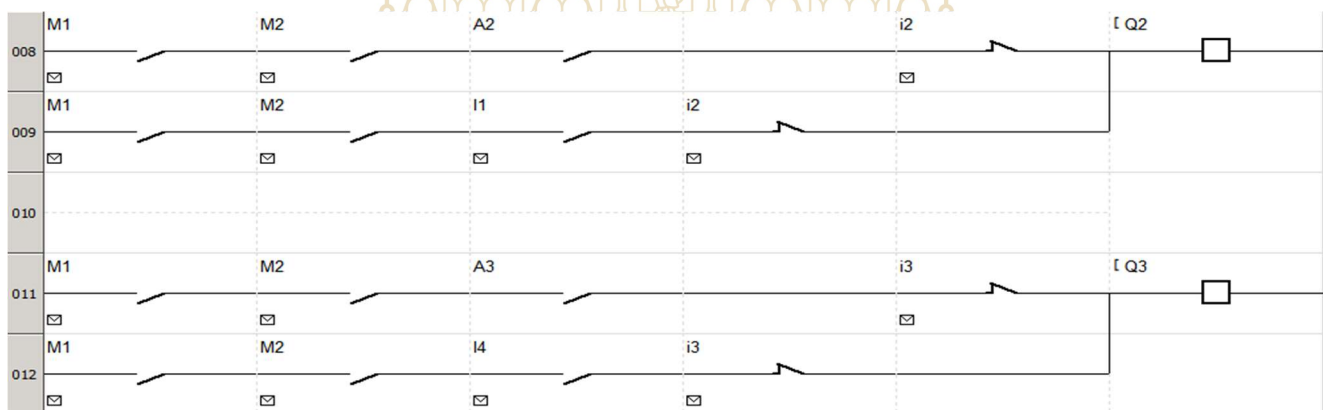
Többször is említésre került már a vezérlőegység, melynek feladata a szenzoroktól kapott jel feldolgozás számára hasznos adattá, valamint az információt felhasználva a megfelelő pozícióba mozgatni a motorok vezérlésével a fotovoltikus paneljeinket. Ezt jelen esteben egy PLC vezérlőegység, valamint a hozzá írt program végzi el. A vezérlőegység egy SR2B121JD-típusú 12 Volt feszültség felvételére képes, négy kimenettel, valamint bemenettel rendelkező relé. A választás azért erre a típusra esett, mivel ez volt a legkedvezőbb árú vezérlő, mellyel a szükséges vezérlés, zökkenőmentesen megoldható. Ez a berendezés egy víz, por, valamint részben ütészálló elektronikai tartóban foglal helyet, mely a könnyebb ellenőrzést lehetővé téve egy átlátszó ajtóval van ellátva. A jelenlegi szükségletekhez mérten, egy IP68-as tartóra esett a választás, azonban ez a különböző környezeti viszonyok függvényében változhat. Mostmár, hogy a hardvert ismerjük, vegyük szemügyre a rendszer szoftveres háttérét is. A PLC-ben egy úgynevezett létraprogramozási elv mentén kell dolgoznunk. Használata, gyakorlással könnyen elsajátítható, mivel programozási módozata vizuális, de akár tömbösnek is nevezhető. a megfelelő alkatrészek lehelyezésével, valamint azok tulajdonságainak beállításával rengeteg, akár nagyon bonyolult logikai folyamat megoldható vele. Nézzük meg a programot, hogy képet kapjunk annak működéséről. Az első dolog, mely beépítésre került, értelemszerűen egy főkapcsoló, mely alapállapotában kikapcsolt állásban van. Ez a gyakorlatban akár nyomógomb, de hagyományos kapcsoló is lehet, azonban itt figyelembe kell vennünk, hogy az egyik beépített relénk impulzus típusú, mely a kapcsolások számát figyelembe véve végzi feladatát. Ezen főkapcsoló egy segédrelébe csatlakozik, mely, mint egy memória működik. Ez a szál értelemszerűen a szerkezet ki, be kapcsolását teszi lehetővé a számunkra. Ezek után egy napi időzítővel folytattam a programot, ami a rendszer gazdaságosságát figyelembe véve működését reggel hat, és délután tizennyolc óra közé korlátozza, ezzel a napelem veszteségessége kiküszöbölhető valamely mértékben, hiszen, az ezen kívül eső időszakokban normál üzemenben nem tudná megtermelni a működéséhez kellő energiát, vagy éppen csak azzal egyenlő mennyiségűt, de hasznos energiát nem termelne számunkra. Ezt egy clock nevű elemmel oldottam meg, melyet a megfelelő időszakra állítottam, és egy segédrelével összekötöttem. A főkapcsoló, valamint az időzítő az összes többi logikai szálon helyet kap, annak érdekében, hogy a többi művelet működését lehetővé tegyék.



14. ábra: A Fő, valamint az időkapcsoló [14]

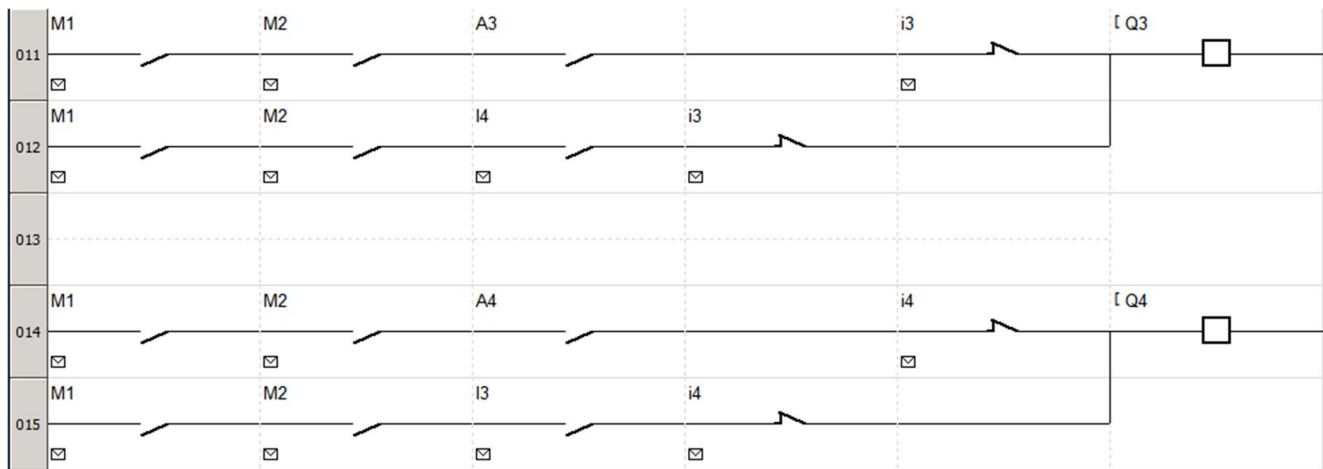


Ezek után a rendszer vertikális tengely körülötti forgatását kellett megoldanom melynek kimenetei a Q1, valamint Q2 jelöléssel ellátottak. Ide beépítésre került, a már említetteken felül egy úgynevezett analóg komparátor egység melynek feladata a szolárpanel két különböző oldalain elhelyezett szenzor napelemektől kapott értékek összehasonlítása. Amennyiben az egyik oldal magasabb teljesítményt ad le, ezt a komparátor érzékeli, és ennek függvényében abban az irányba végez elmozdulást, mégpedig oly módon hogy a kellő kapcsolók összezárásával, valamint oldásával áramot juttat a motorokhoz. Ezen kívül, itt található még két további I1-es kapcsoló melyek a végállásról való lemozgatás beindításáért felelnek. A mennyiben a komparátornak beállított érték túl magas, vagy túl alacsony tehát a gyakorlatban az elmozdulás mértéke meghaladja a kívánt spektrumot, ezt érzékeli és a kapcsolók segítségével üzembe hozza a motorokat, amik elmozdítják a napelemet. Ezt a rendszert különbségkereső felépítésnek is nevezhetjük, hiszen működése ezen alapszik.



15. ábra: A PLC vertikális tengely körülötti elmozdulásáért felelős részegysége [15]

A billentés melynek kimenetei a Q3, és Q4 elvi felépítése hasonló, azonban mivel itt csak egy érzékelő áll a rendelkezésünkre a napelem tengellyel szemközt oldalánál, ezért itt egy értéktartó megoldást kellett alkalmazni. Működése szerint úgy írható le, hogy az komparátornak beállított referencia értékig bólintsa a napelemet, majd mikor azt elérte ennek tartására törekedjen. A végállásról való lemozgatás is ezzel azonos elven történik, ha a beállított értéket meghaladja ezt a komparátor érzékeli, és a motor segítségével helyes pozícióba állítja a rendszert. Amennyiben a tengely felőli oldalra is felszerelhető lenne egy a már fentebb bemutatott napelem tartó tálca, technikai háttere a vertikális tengely körüli mozgással azonos lenne, de sajnos ez szükséges hely hiányában kivitelezhetetlen, mivel mozgásában erősen korlátozná a szerkezet. De a rendszer ezen beállításokkal is zavartalanul működni képes.

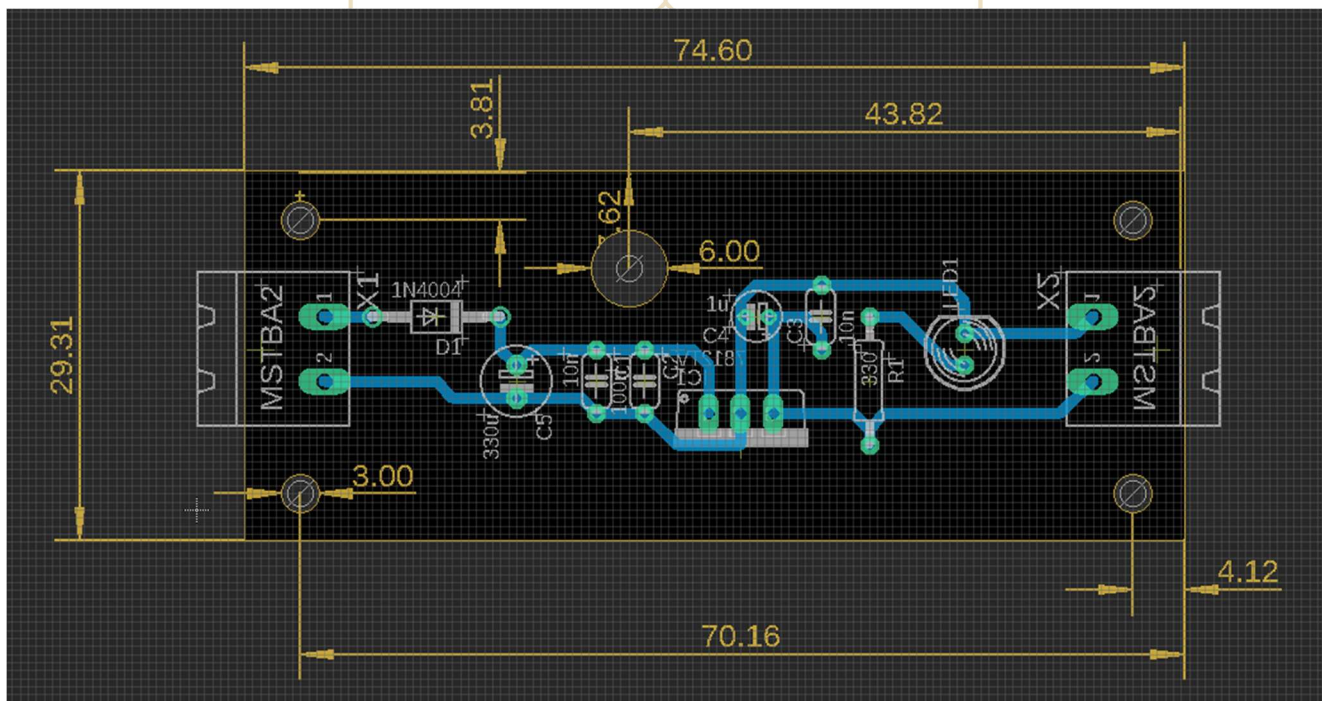


16. ábra: A PLC billentésért felelős részegység [16]

Mostmár ismerjük a gépezet, felépítését, szenzor szintű működését, valamint vezérlőegységét. Azaz leegyszerűsítve már tudjuk miként állít nekünk elő energiát a szolárpanelünk az átlagnál jelentősen magasabb hatékonysággal, milyen technológiával, gépészeti megoldásokkal állítja magát a legmegfelelőbb pozícióba, és hogy micsoda, és mi szerint végzi el ezt a tájolást. De ezen ismeretek pontosan annyit érnének az áramforrás ismerete nélkül, mint a rendszer áram nélkül. Semmit. Ezért a rendszer része egy zselés munka akkumulátor is, mely a rendszer közvetlen környezetében foglal helyet. Ez egy 12 Voltos, savas-ólmos fajta, mely 18 Amperórás térfogata mellett 10 éves élettartalmával is kedvező számunkra. Mivel a szerkezet teljes egészében önfentartó, addig még a körülmények drasztikus eltérést nem mutatnak attól, amire előzetesen kalibrálva lett, ezért saját áramforrásának töltését is önmaga végzi el. A töltéshez természetesen vezetékek halmaza helyett egy letisztult, valamint jól megkonstruált nyomtatott áramköri lapot vettem alkalmazásba. Ezen lap kialakítását tekintve téglalap alakú 74.6X29.3 milliméteres test melynek mind a négy sarkában egy 3mm-es átmérőjű furatot találunk, ezek a beépítés teszik lehetővé számunkra. A nyákon továbbá egy 6 milliméteres furat is található. Ez elhelyezkedését tekintve szándékosan aszimmetrikus, mivel így a tesztelés végzésekor beépítése csak egyféle képpen lehetséges, így védve az alkatrészt a helytelen beszerelésből adódóan keletkező meghibásodástól. Mostmár hogy külső tulajdonságait ismerjük vegyük szemügyre a rajta elhelyezkedő alkatrészeket, valamint azok létjogosultságát. A nyomtatott áramköri lap elején egy MSTBA2 jelöléssel rendelkező aszimmetrikus csatlakozó került elhelyezésre. Előnye, hogy egy nehezen oldható kapcsolatot hoz létre, valamin bekötése is, csak egyféle képpen lehetséges, tehát ezzel kiküszöböljük a helytelen csatlakoztatást. A kapcsoló után egy dióda helyezkedik el, mely arra a balszerencsés esetre



készíti fel a hálózatot, miszerint bekötése rossz polaritás szerint történik. Ezen egységgel, valamint a csatlakozó fajtája miatt, a hibás bekötéstől többé kevésbe védett az áramkörünk. Mint azt már tudjuk napelemeink egységes feszültségleadásra, energiaelőállításuk természete miatt nem képesek. Emiatt a feszültségstabilizálás érdekében egy 330 mikrofarád értékkel rendelkező pufferkondenzátor került beépítésre. Ezt további két kondenzátor követi, egy $10\mu\text{F}$, valamint egy $100\mu\text{F}$ kapacitással rendelkező. Ezeknek feladata a zavorszűrés, tehát a nemkívánt elektromágneses hullámok semlegesítése, ezzel biztosítva a rendszer üzemszerű működését. Ezen alkatrészekon kívül elhelyezésre került továbbá egy 8812TV típusú cél IC mely elem szintén a feszültség szabályzásban játszik szerepet. Elvi működése szerint valamennyivel 12V feletti feszültséget kap a bemenetnél (becsült 13-13,5V), ellenben kimeneténél stabil 12 voltos feszültségű egyenáram mérhető. A nyomtatott áramkörön helyet kapott továbbá egy 1K ohmos ellenállás mely a panelen elhelyezett zöld fényű LED, avagy világító diód, előtétellenállásaként szolgál. A rendszert egy a már előbb bemutatásra került, MSTBA2-es csatlakozó zárja. Ezen áramkör tökéletesen megfelel a rendeltetésesnek, valamint jól felkészített a panel esetleges beépítési pontatlanságból adódó hibákra.

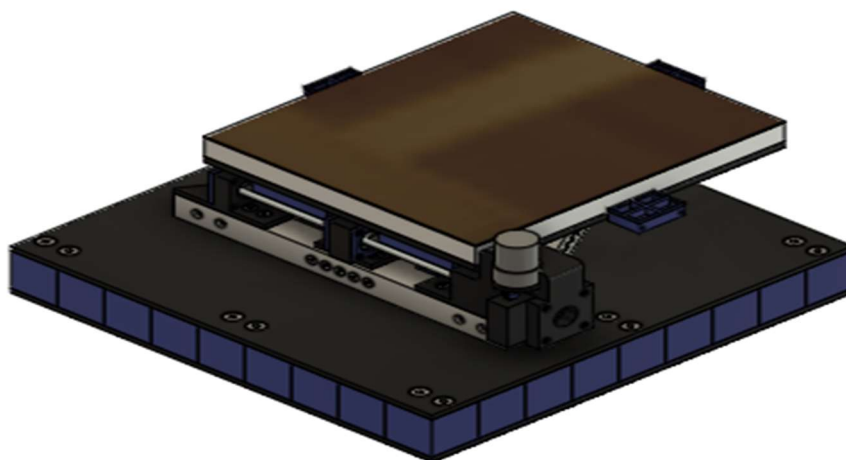


17. ábra: Akkumulátor töltő NYÁK [17]



3.3. Az elkészült rendszer

Elérkeztünk a dolgozat, valamint a hármas fejezet végéhez egyaránt. Eddig már megismertük a szerkezet mozgatásáért felelős mechanikai hátteret, annak gyártását, valamint működését tüzetesen. A rendszer elektronikai háttér rendszerét, az érzékelőktől egészen az egész agyáig, azaz a PLC vezérlő egységig. Azt is górcső alá vettük, honnan kapja a működéhez szükséges energiát, valamint hogyan, és milyen eszközök segítségével teszi magát teljesen önfentartóvá, azaz mivel táplálja akkumulátorát. Említés szintjén szeretnék kitérni, a projekt elkészüléséhez felhasznált napelemről. Eddig ezt azért nem tartottam szükségesnek bemutatni, mivel rendszer egyik legmeghatározóbb eleme az, hogy a berendezés apró módosításokkal a legtöbb típusú fotovoltikus elem befogadására képes, ezért nem bír kiemelt jelentőséggel az általam felhasznált darab. A szerkezet teljesítménye nagyban függ a felhasznált napelemtől is, valamint több egyéb más tényező is befolyásolja, de az általunk felhasznált napelem mely egy, polikristályos MWG-10 es panel mely kiterjedése 330x290x25 milliméter, továbbá 1,5 kilogramm. A műszaki paramétereit tekintve maximális teljesítménye 10 Watt valamint feszültségét illetően 17,49 Volt. Toleranciája a külső viszonyosságokkal szintén említésre méltó, -40 és +80 °C-fokos hőmérséklet között tud problémamentesen funkcionálni, valamint 1 KV feszültség túlfeszültség felvételére is fel van készítve. Néhány szót ejtsünk a szerkezet kötőelemeit illetően. Alapzata ragasztással, valamint süllyesztett fejű M8-as imbuszcsavarral illesztett. A hajtásoknál is csavarokat valamint csapokat találunk, ám itt a szilárdág megtartása érdekében nem süllyesztett. A keret tartásáért M5-ös csavarok felelnek. Az érzékelő napelem tartók, pedig ragasztással lett rögzítve.



18. ábra: Az összeszerelt keretrendszer [18]



4. Tartalmi összefoglalás

Nos a dolgozatom végéhez érkeztünk. Úgy érzem, megírása közben jelentősen fejlődött a szakmai felkészültségem mértéke, a dolgozat elején végzett alapos kutatómunka beható képet adott számomra, valamint az olvasó számára, hogyan és miként kerül az elektromos áram az otthonainkba. Megvizsgáltuk, milyen módszerrel állítják elő a mindennapi élethez nélkülözhetetlen energiánkat fosszilis energiahordozók égetésével. Végig kísértük azt a folyamatot, mely által a kőszénből, urániumércből vagy egyéb más megújulásra, emberi léptéken mérve, képtelen anyagból kávéfőzőink, villanykörtéink működtetője lesz. Tovább haladva a megújulásra képes energiahordozók felhasználást vettük górcső alá. Itt kitértünk a külön vízi, valamint a szél és a nap hatásait kihasználó berendezésekre, megvizsgáltuk a számtalan pozitív előnyét és azokat a gátakat is, melyek elhárítása még várat magára, azonban, ha ezek megugrása sikeres lesz, egy hatalmas lépést teszünk fenttartható élet felé. Ezek után a második fejezetben megismerkedtünk a napelemek működésével, továbbá a főbb fajtaival. Ezek tulajdonságait szemügyre vettük, továbbá előnyeit, és hátrányait is részleteztük, ennek szükségességét az indokolta, hogy a dolgozat is a napenergia felhasználásra épít. Ebben a fejezetben megnéztük a már meglévő napkövető berendezéseket is, hogy kellő összehasonlítási alapként szolgáljon az olvasó számára. Ezt követően tértünk át a dolgozat legkardinálisabb fontossággal bíró, harmadik részegységéhez. Itt az általam tervezett, és jelenleg részlegesen megvalósított napkövető berendezést találjuk. A fejezet a szerkezet létjogosultságának feszegetésével nyit, mégpedig a legobjektívebb módon, azaz összehasonlítja a jelenleg forgalomban lévő hasonló termékekkel. Ezek után részletesen írok a széleskörű felhasználásról is, melyet a szerkezet kialakításánál fogva lehetővé tesz. Ezek után a számomra legkedvesebb rész következik, mely a szerkezet mechanikáját taglalja itt az összes alkatrész részletes áttekintéssel került bemutatásra, külön koncentrálni funkcionális kiemelésére. A komponensek, működésük, valamint feladatuk szerinti részegységekre bontva kerültek bemutatásra, jól szemléltető ábrák segítségével. Az több elemből álló alaptól haladva egészen a napelem biztos lefogatását lehetővé tévő lemez geometriai tulajdonságaiig mindent körölgártunk. Ezt a szerkezet elektronikai hátterének feltárása követte. Itt megnéztük az érzékelőként használt apró napkollektorokat, valamint a hozzájuk kialakított egyedi konzolokat. A dolgozatot a szerkezet agyával folytattam mely egy 12V-os PLC vezérlőegység. A rendszer hardveres bemutatását magunk mögött tudva a szoftveres bemutatás következett, mely alatt a PLC program részletes magyarázatát értem. Ezek után az szerkezet energiaellátását is megnéztük, melynek folyamatosságát egy NYÁK biztosítja. A dolgozat végén az összeszerelt rendszerről is szó esik, valamint pár apróság is bemutatásra kerül.



5. Content summary

Well, we have come to the end of my dissertation. I feel that while writing, the level of my professionalism has improved significantly, the thorough research work done at the beginning of the dissertation has given me an in-depth answer and for the reader how electricity gets into our homes. We examined the way in which our essential energy for everyday life is produced by burning fossil fuels. We have been following the process by coal, uranium ore or other renewable material, measured on a human scale, will be the operator of our coffee makers and light bulbs. Going further, we examined the use of renewable energy sources. Here we have covered special water and wind and sun equipment, examined the myriad positive benefits and also the barriers that are yet to be overcome, but if they do successfully, we'll take a huge step towards a sustainable life. After that, in the second chapter, we got acquainted with the operation of solar panels, as well as its main types. We examined the properties of these, and also detailed their advantages and disadvantages, the necessity of which was justified by the fact that the dissertation also builds on the use of solar energy. In this chapter, we have also looked at existing tracking devices to provide a sufficient basis for comparison for the reader. We then moved on to the third cardinal component of the dissertation. Here we find the solar tracking device that I designed and is currently partially implemented. The chapter opens by stretching the *raison d'être* of the structure in the most objective way, i.e., comparing it to similar products currently on the market. After that, I will also write in detail about the wide range of uses that the structure allows. This is followed by my favorite part, which discusses the mechanics of the structure. Here, all the components are presented with a detailed overview, focusing separately on highlighting functionality. The components, their operation and their subdivisions were presented according to their task, with the help of well-illustrated figures. From the multi-element base to the geometrical properties of the plate, which allows the solar cell to be securely gripped, we went around everything. This was followed by the exploration of the electronic background of the structure. Here we took a look at the tiny solar collectors used as sensors, as well as the custom brackets designed for them. I continued the dissertation with the brain of the structure, which is a 12 Volt PLC control unit. Knowing the hardware presentation of the system, the software presentation followed, by which I mean a detailed explanation of the PLC program. After that, we also looked at the power supply of the structure, the continuity of which is ensured by a PCB. At the end of the dissertation, the assembled system is also discussed, as well as a few details.



Irodalom jegyzék

[1]: Az áram útja az erőműtől a fogyasztóig

Forrás: <https://muszakiesinformatikaineveles.wordpress.com/8-osztaly/villamos-gepek-es-berendezesek/a-villamos-energia-eloallitasa-atalakitasa-es-szallitasa-alternativ-energiaforrasok/>

Letöltés dátuma: 2021.03.21

[2]: Geotermikus erőművek működési elve

Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Geotermikus_er%C5%91m%C5%B1#/media/F%C3%A1jl:Dry_steam_plant.jpg

Letöltés dátuma: 2021.03.24

[3]: Szél erőmű

Forrás(3.kép): <https://alternativenergia.hu/hany-szazalekat-fedezik-a-vilag-villamos-energia-felhasznalasanak-a-szeleromuvek->

Letöltésének ideje 2021.03.29

[4]: Napelem park

Forrás(4.kép): <http://ecolounge.hu/zoldmotor/napelemparkok-epultek-kaposvaron>

Letöltésének ideje 2021.03.29

[5]: Monokristályos, valamint Polikristályos napelemek

Forrás: http://napelem.net/napelemes_rendszer/monokristalyos_polikristalyos_napelem.php

Letöltés ideje: 2021.04.06

[6]: Gallium-arzenid vegyület alapú napelem a világűrben

Forrás: <https://www.napelemguru.hu/napelem-tipusok/gallium-arzenid-napelem/>

Letöltés ideje: 2021.04.08

[7]: Amorf-szilícium napelem rendszer

Forrás: <https://napelem-szolar.hu/napelem-tipusok/amorf-napelem/>

Letöltés ideje: 2021.04.06

[8]: Nyomtatott szerves napelem

Forrás: https://ezermester.hu/cikk-7997/Szerves_napelemek

Letöltés ideje: 2021.04.07



[9]: Alap elem különböző nézetekben

Forrás: Saját ábra

Készítés Dátum: 2021.04.17

[10]: Vertikális tengely körüli mozgató mechanizmus

Forrás: Saját ábra

Készítés Dátum: 2021.04.17

[11]: Szolárpanel tartó keret elemek

Forrás: Saját ábra

Készítés Dátum: 2021.04.17

[12]: Billentő mechanizmus, valamint tengelytartó konzolok

Forrás: Saját ábra

Készítés Dátum: 2021.04.17

[13]: Szenzornapelem tálca, árnyékolóval

Forrás: Saját ábra

Készítés Dátum: 2021.04.19

[14]: A Fő, valamint az időkapcsoló

Forrás: Saját ábra

Készítés Dátum: 2021.04.19

[15]: A PLC vertikális tengely körülötti elmozdulásáért felelős részegysége

Forrás: Saját ábra

Készítés Dátum: 2021.04.19

[16] A PLC billentésért felelős részegység

Forrás: Saját ábra

Készítés Dátum: 2021.04.19

[17] Akkumulátor töltő NYÁK

Forrás: Saját ábra

Készítés Dátum: 2021.04.19





[18] Az összeszerelt keretrendszer

Forrás: Saját ábra

Készítés Dátum: 2021.04.20

[19] A villamos energia előállítása, átalakítása és szállítása, Alternatív energiaforrások

<https://muszakiesinformatikaineveles.wordpress.com/8-osztaly/villamos-gepek-es-berendezesek/a-villamos-energia-cloallitasa-atalakitasa-es-szallitasa-alternativ-energiaforrasok/>

2021.03.18

[20] Wikipédia: energiahordozók

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Energiahordoz%C3%B3k>

2021.03.21

[21] Wikipédia Erőművek

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Er%C5%91m%C5%B1vek>

2021.03.21

[22] Wikipédia: megújuló energiaforrás

https://hu.wikipedia.org/wiki/Meg%C3%BAjul%C3%B3_energiafor%C3%A1s

2021.03.27

[23] Wikipédia: Napelem

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Napelem>

2021.04.04

[24] NVsolar: Napelem működés

<https://nvsolar.hu/a-napelemek-mukodese/>

2021.04.04

[25] ManituSolar: kristályos napelemek

http://napelem.net/napelemes_rendszer/monokristalyos_polikristalyos_napelem.php

2021.04.06



[26] Napelem guru: gallium-arzenid alapú napalem

<https://www.napelemguru.hu/napelem-tipusok/gallium-arzenid-napelem/>

2021.04.06

[27] Eon magyarország: Amorf-szilícium napelem

<https://www.eon.hu/hu/blog/napenergia/napelem-tipusok-melyiket-valasszam.html>

2021.04.06

[28] Ezermeister.hu: Szerves napelemek

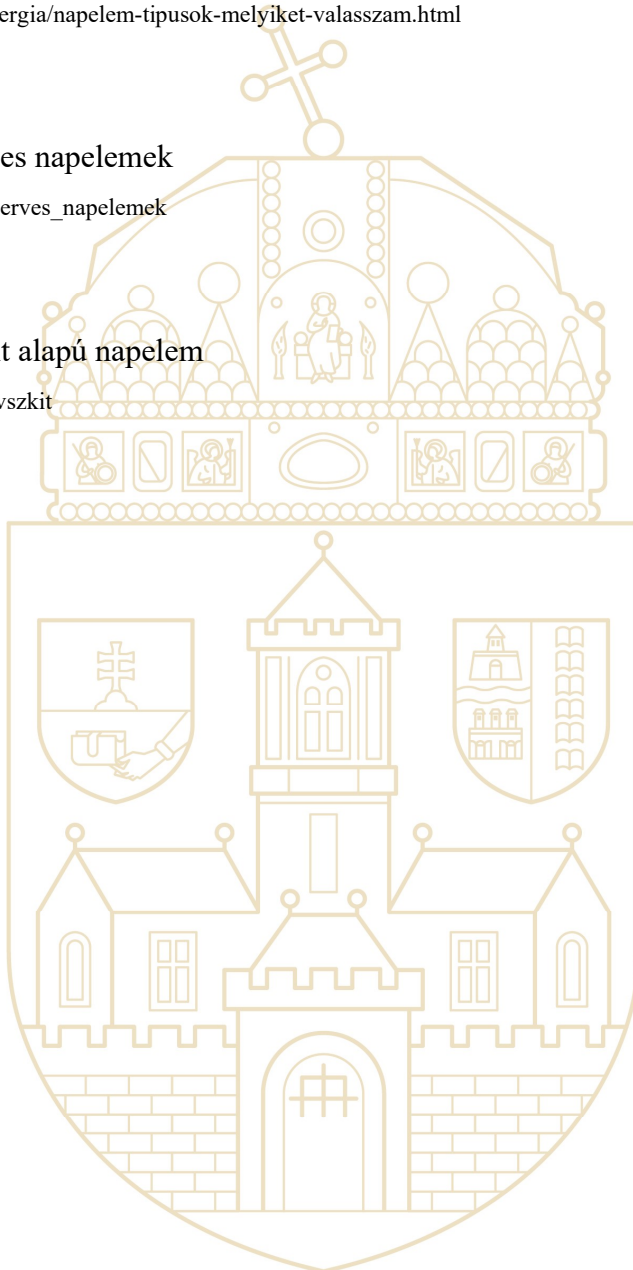
https://ezermeister.hu/cikk-7997/Szerves_napelemek

2021.04.06

[29] Wikipédia: perovszkit alapú napelem

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Perovszkit>

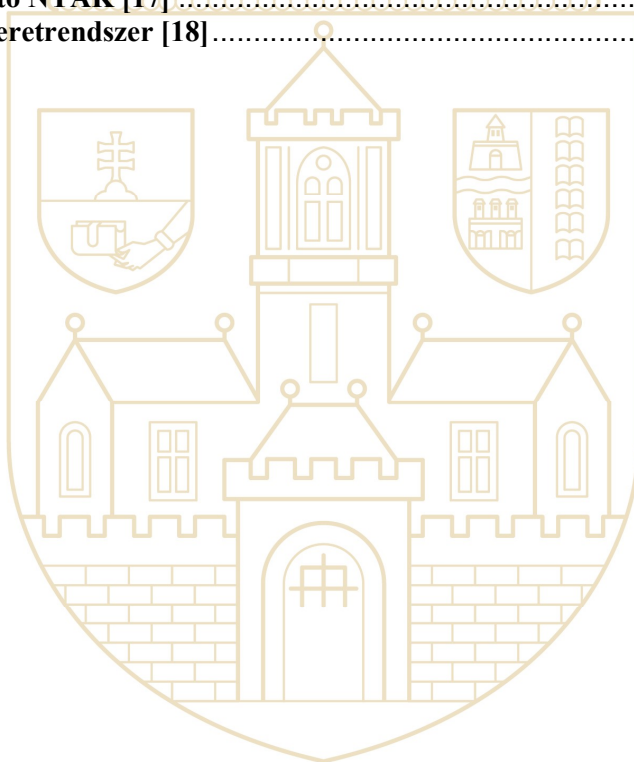
2021.04.06





Ábrajegyzék

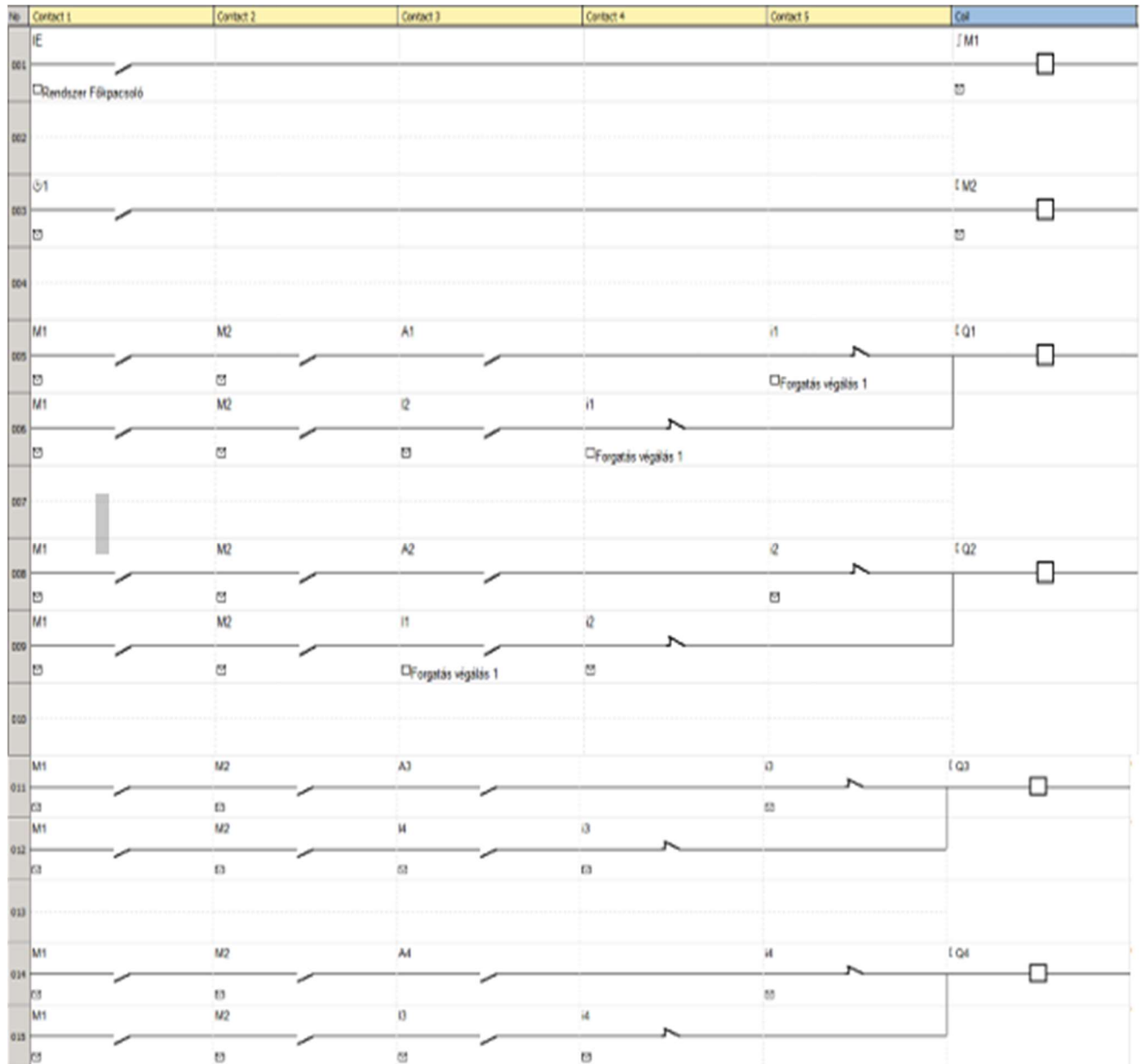
1. ábra: Az áram útja az erőműtől a fogyasztóig[1]	5
2. ábra: Geotermikus erőművek működési elve[2]	8
3. ábra Szélerőmű[3]	11
4. ábra: Napelem park[4]	11
5. ábra: Monokristályos, valamint Polikristályos napelemek[5]	16
6. ábra: Gallium-arszenid vegyület alapú napelem a világűrben[6]	16
7. ábra: Amorf-szilícium napelem rendszer[7]	17
8. ábra: Nyomtatott szerves napelem[8]	19
9. ábra: Alap elem különböző nézetekben[9]	24
10. ábra: Vertikális tengely körüli mozgató mechanizmus[10]	25
11. ábra: Szolárpanel tartó keret elemek [11]	26
12. ábra: Billentő mechanizmus, valamint tengelytartó konzolok [12]	28
13. ábra: Szenzornapelem tálca, árnyékolóval [13]	29
14. ábra: A Fő, valamint az időkapcsoló [14]	30
15. ábra: A PLC vertikális tengely körülötte elmozdulásáért felelős részegysége [15]	31
16. ábra: A PLC billentésért felelős részegység [16]	32
17. ábra: Akkumulátor töltő NYÁK [17]	33
18. ábra: Az összeszerelt keretrendszer [18]	34





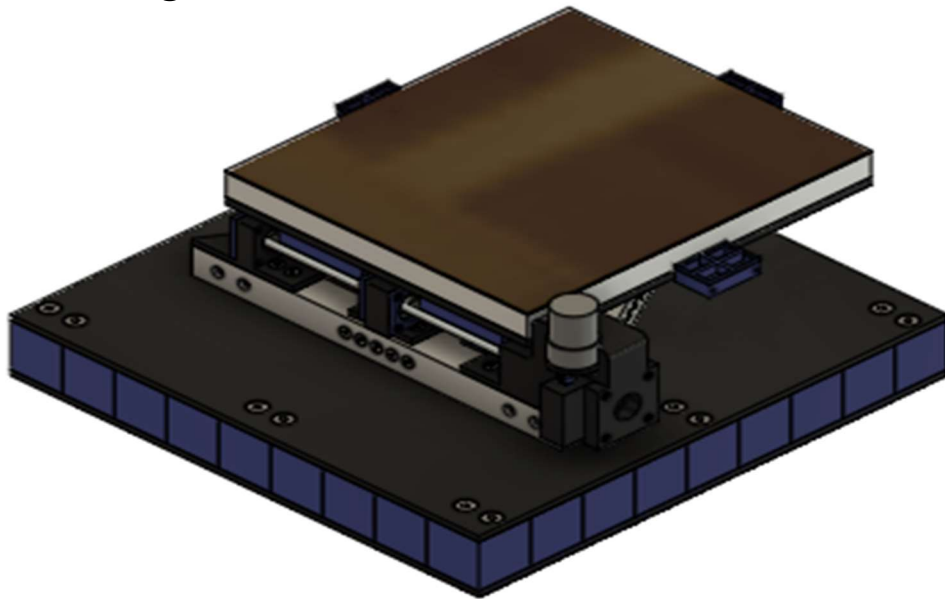
Függelék

Vezérlő PLC:





Összeszerelt mozgató rendszer:



Akkumulátor töltő NYÁK:

