

ORGANIZATOR:
*Društvo za
Obnovljive
Izvore
STŠ "M.Pupin"
Kula*



**Evropski dani Sunca
01 – 19. Maj 2017.**



SISTEMI ZA DVOOSNO PRAĆENJE SUNCA- PRIMENA U SOLARNIM I SOLARNO TERMIČKIM SISTEMIMA

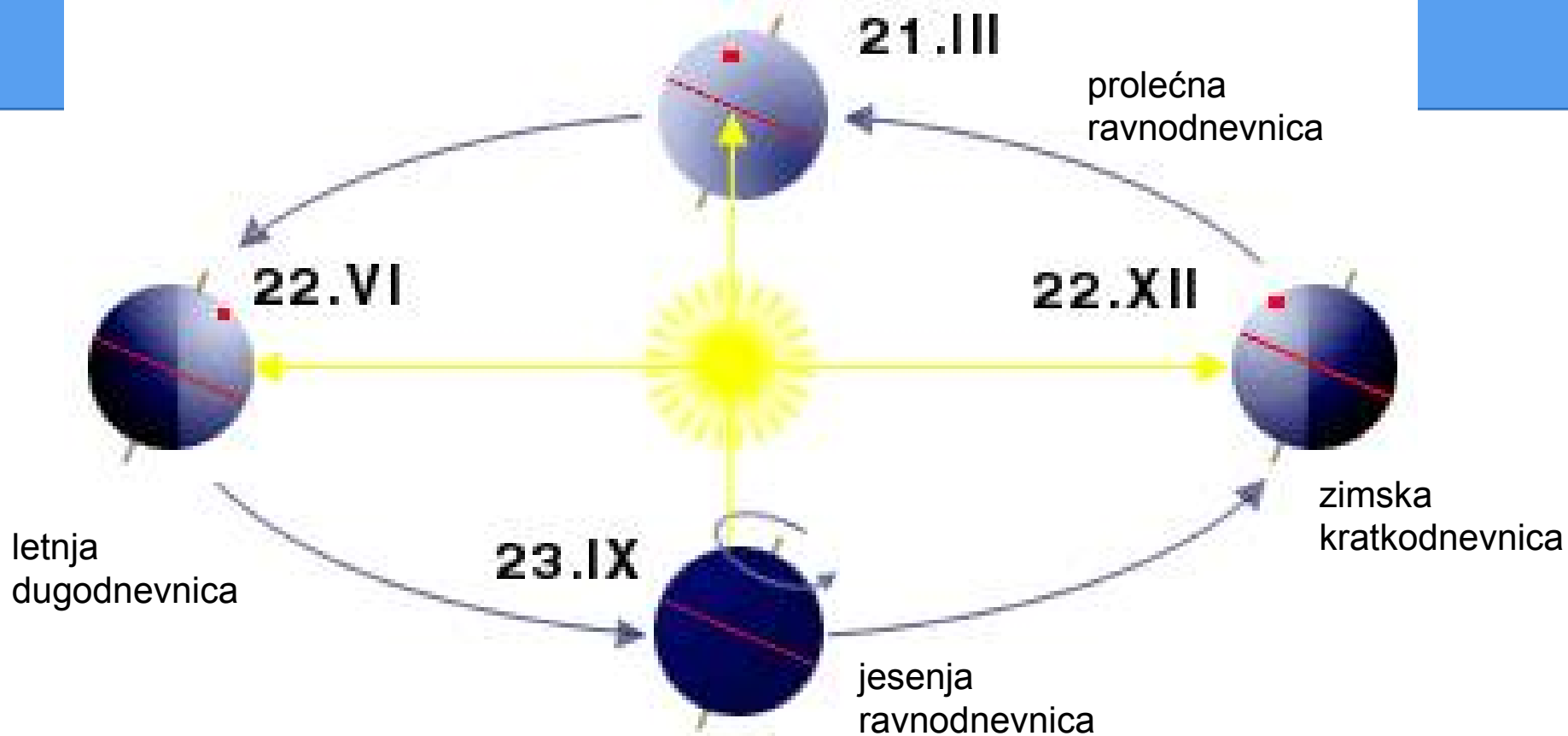
Dr Željko V. Despotović, dipl.el.inž
Institut Mihajlo Pupin, Univerzitet u Beogradu, Volgina 15, Beograd
zeljko.despotovic@pupin.rs

UVOD

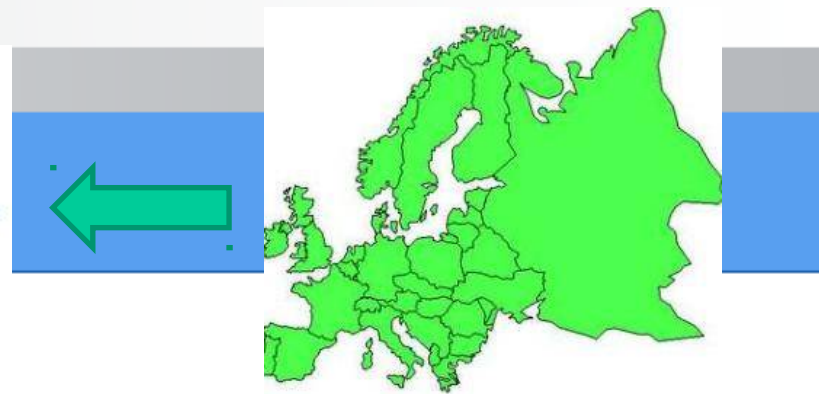
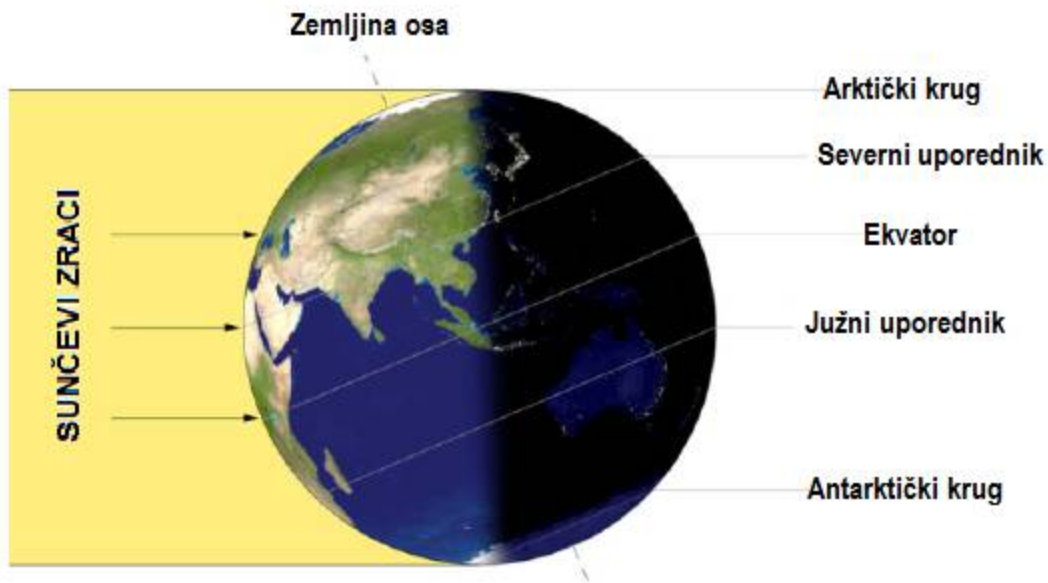
- Jedan od načina optimalnog iskorišćenja Sunčeve energije u solarnim sistemima je pozicioniranje solarnih panela ili solarnih termičkih kolektora na način da se prikupi maksimalna moguća energija.
- Cilj sistema za regulaciju pozicije (pozicioniranje) je održavanje orijentacije kolektujuće površine (solarnog ili solar-termičkog kolektora) prema Suncu, i to normalno u odnosu na upadno Sunčevo zračenje.
- Po uzoru na prirodne procese orijentisanja biljaka ka Suncu (npr. suncokret), moguće je sličan princip primeniti u optimizaciji kompletnog solarnog ili solar-termičkog sistema.
- Neka istraživanja su ustanovila razliku i do 45% u korist sistema sa inteligentnim praćenjem Sunca u odnosu na sisteme sa fiksnim nagibom (Deger Energie, 2013).
- Solarni sistem za praćenje, popularno nazvan solarni treker (*engl. solar tracker*) je uređaj koji obezbeđuje na posmatranoj lokaciji na Zemlji, orijentisanje aktivne kolektorske površine obzirom na relativni položaj Sunca na nebu.
- Relativni položaj Sunca iznad posmatrane lokacije zavisi od njene geografske širine, dana u godini i na kraju od vremenskog trenutka u datom danu.

GODIŠNJA DOBA

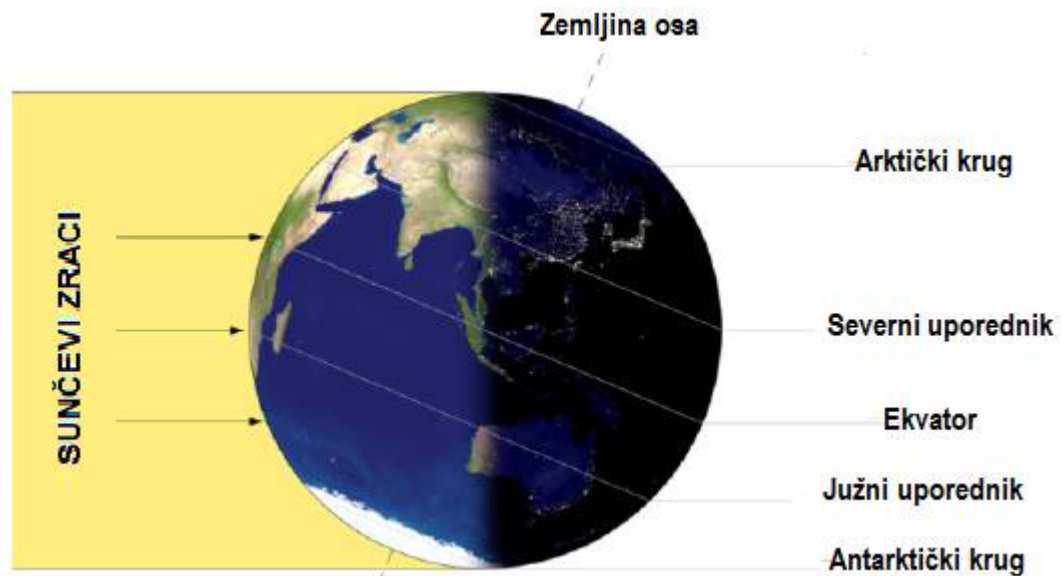
- Prividni položaj sunca zavisi od toga kako Zemlja rotira oko Sunca i kako se vrti oko svoje ose
- Putanja oko sunca nije kružna već blago eliptična i ona utiče na udaljenost Zemlje od Sunca
- Takođe osa oko koje zemlja rotira je blago nagnuta za $23,4^\circ$
- Zbog toga na našoj planeti postoje različita godišnja doba.



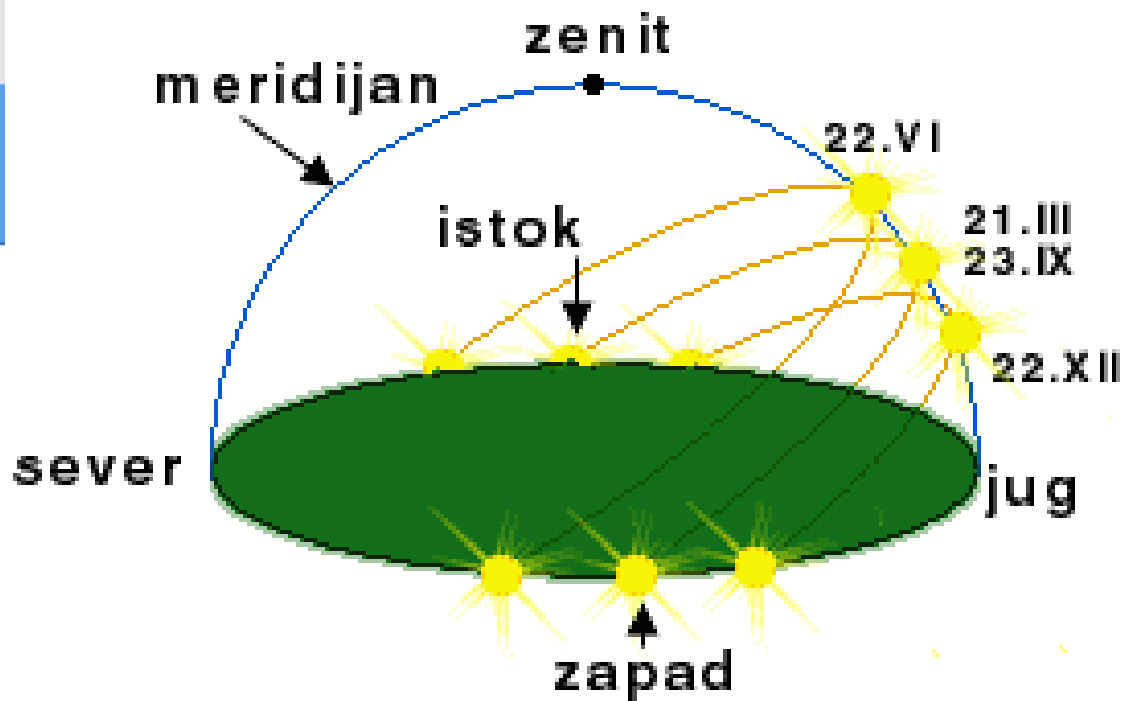
U toku godine Zemlja zauzima četiri karakteristična položaja u odnosu na Sunce.



Letnji period u Evropi



Letnji period u Australiji

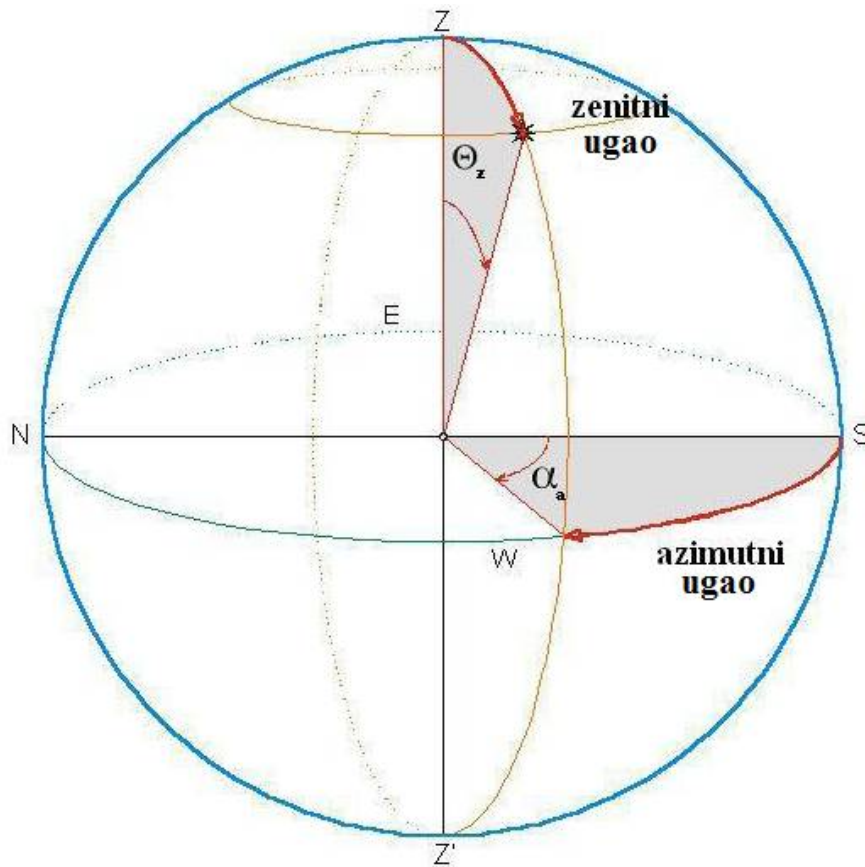


Prethodne konstatacije „drugačije izgledaju“ kada se nalazimo na Zemlji. Prividno izgleda da se Sunce kreće a da Zemlja miruje. Posle 22. decembra Sunce je svaki dan sve bliže zenitu. To traje do 22. juna posle čega je kulminacija Sunca sve bliza horizontu.

Za godinu dana Sunce načini pun krug oko Zemlje što znaci da ono po nebu putuje brzinom nešto manje od 1° na dan ($360^\circ : 365$ dana).

Kako odabrati koordinatni sistem?

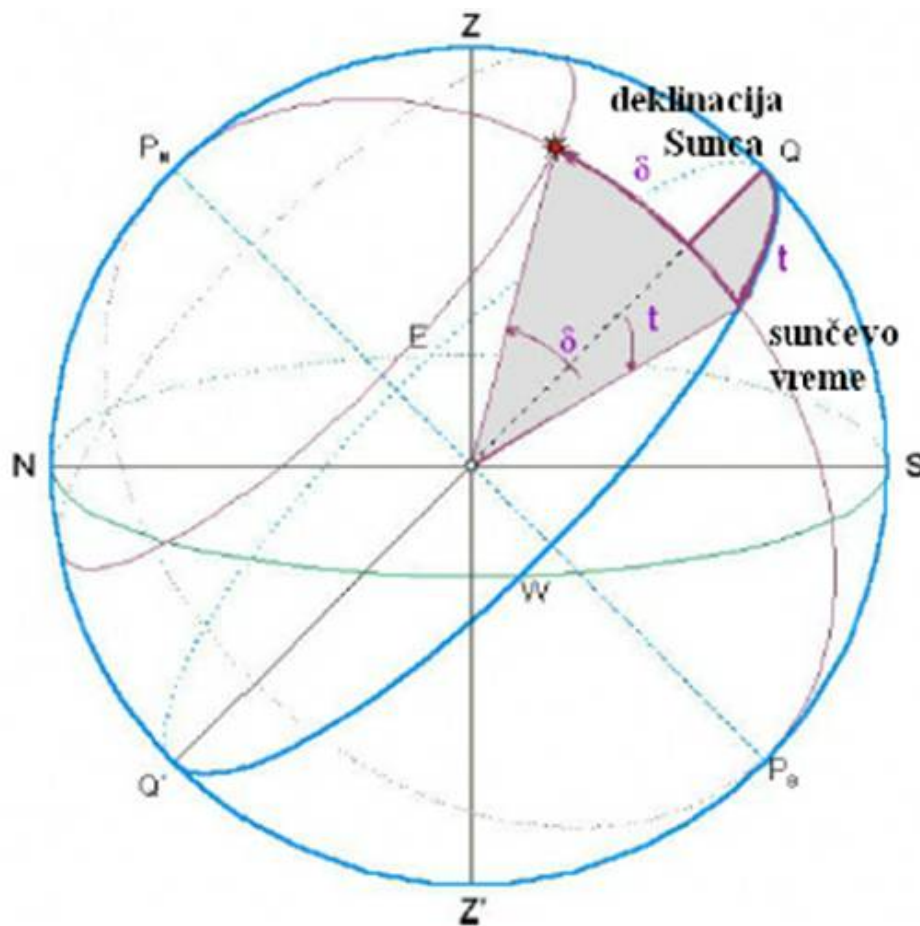
HORIZONTSKI NEBESKI KOORDINATNI SISTEM



- Za razliku od drugih nebeskih koordinatnih sistema ovaj je fiksiran u odnosu na Zemlju, a ne na zvezde.
- Zbog toga se zenitni i azimutni ugao Sunca menjaju tokom Zemljine revolucije
- Ovo odgovara relativnom položaju Sunca na nebu koji pratimo u toku godine.
- Ovaj se nebeski koordinatni sistem može upotrebljavati za praćenje bilo kojeg nebeskog tela na jednostavan način.

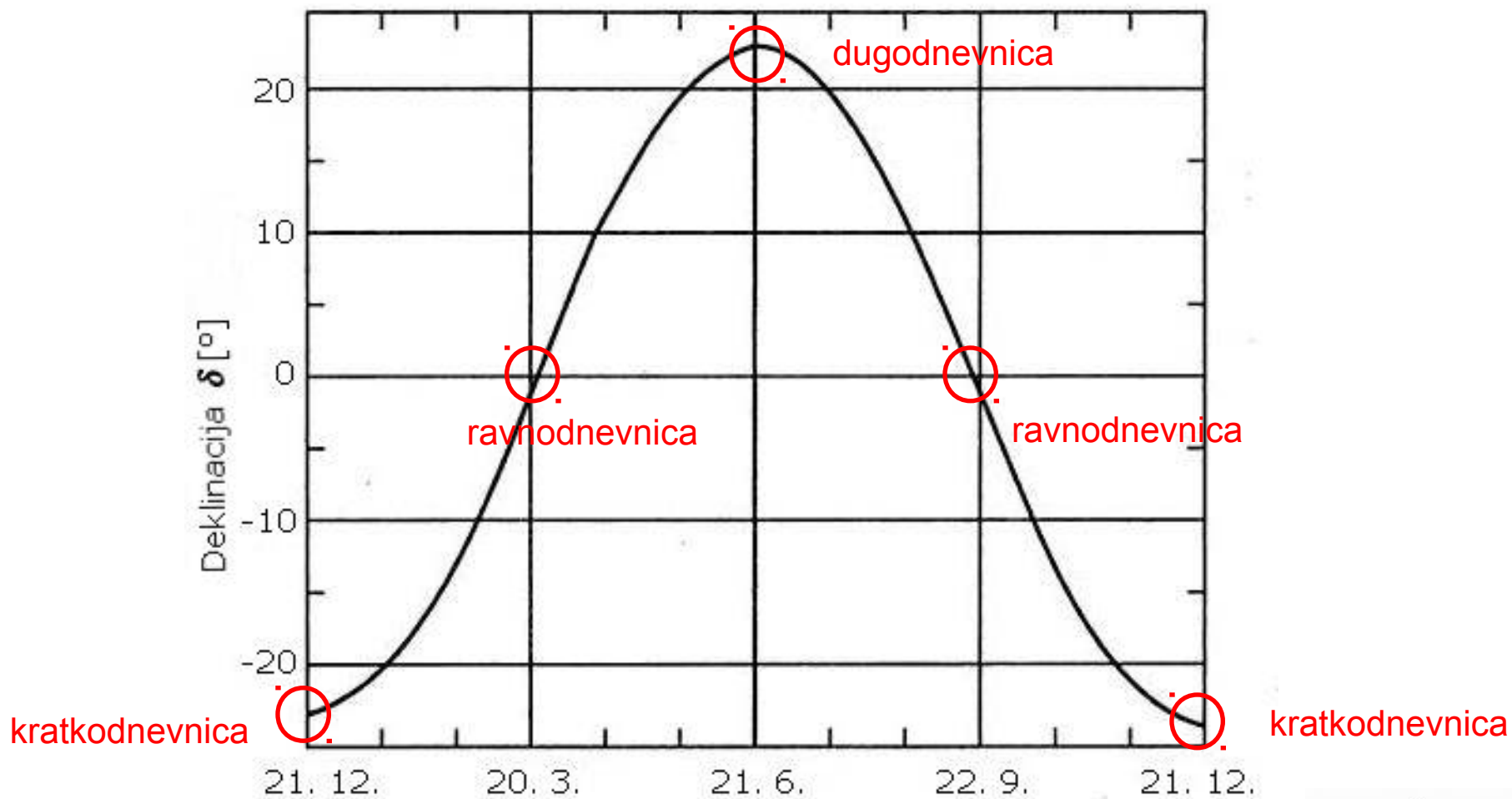
Zbog činjenice da je ovaj koordinatni sistem definisan proizvoljno odabranom ravni lokalnog horizonta, u jednako vreme na različitim tačkama posmatranja zenitni i azimutni ugo ugao imaju različite vrednosti za isto nebesko telo!!!!

LOKALNI EKVATORSKI NEBESKI KOORDINATNI SISTEM

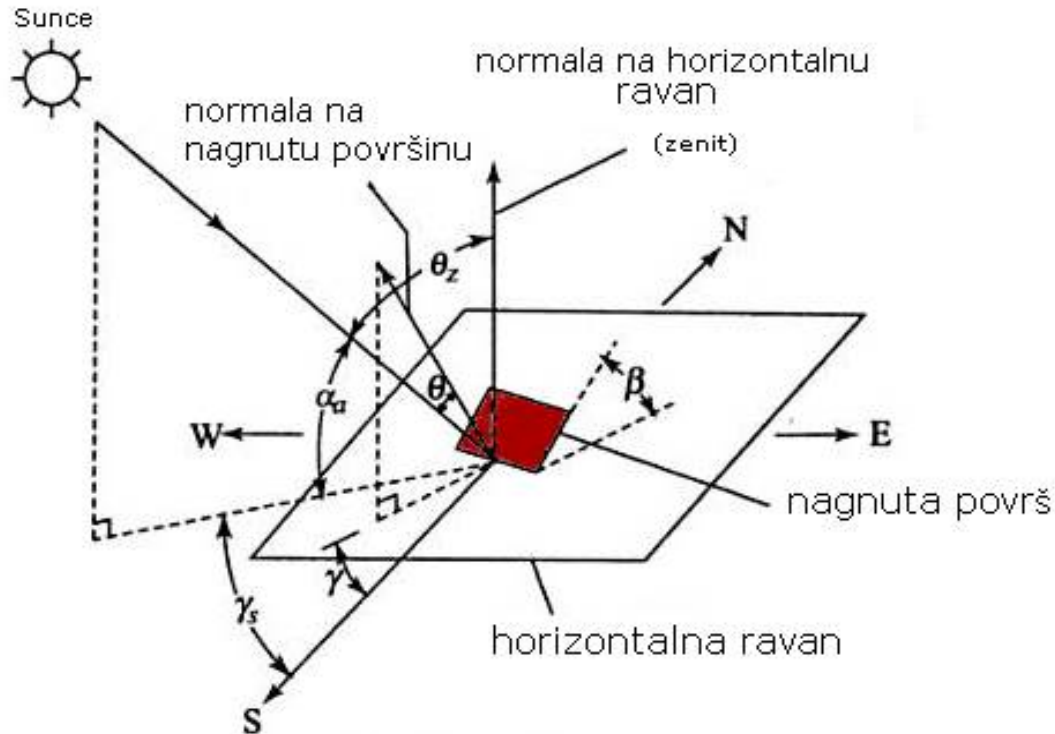


- Ovaj sistem je jako sličan sa geografskim koordinatama.
- Primarna osa P_n-P_s je definisana KRUGOM NEBESKOG EKVATORA dok je sekundarna osa definisana KRUGOM LOKALNOG NEBESKOG MERIDIJANA Q-Q', kao i kod horizontskog sistema
- Ovaj sistem je fiksiran za zvezde i uz pomoć njegovih njegovih koordinata može se jednoznačno definisati trenutni položaj Sunca u odnosu na Zemlju.
- Dve koordinate koje definišu takav položaj su: deklinacija Sunca δ i pravo Sunčevo vreme t .

GODIŠNJI HOD DEKLINACIJE SUNCA



UPADNO SUNČEVO ZRAČENJE NA NAGNUTU POVRŠINU



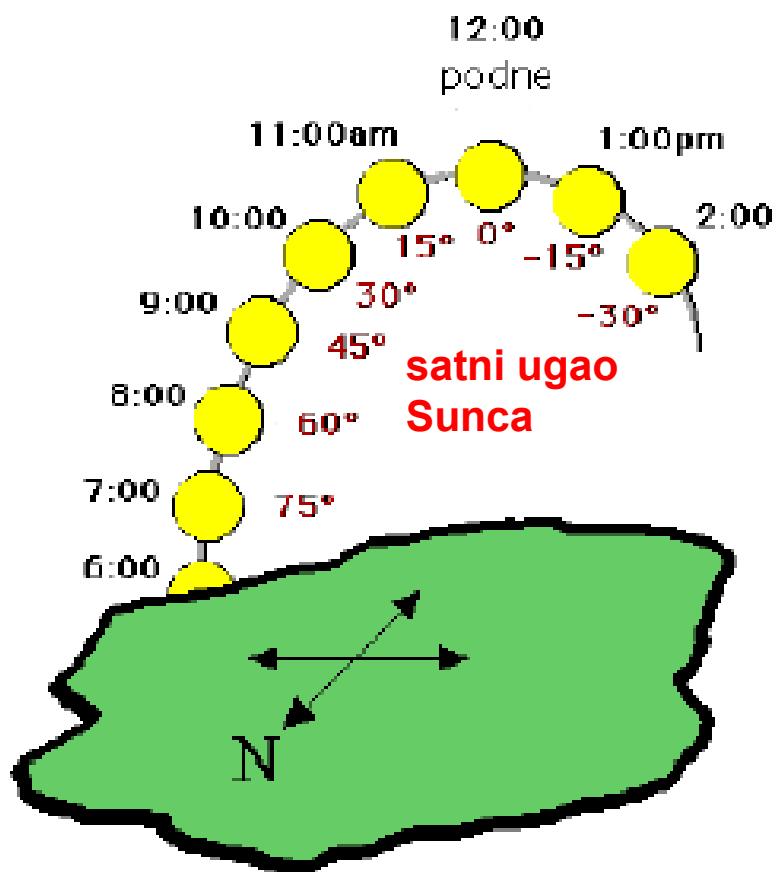
Posmatrajući trigonometrijske odnose, lako se može doći do zaključka da za zadovoljen uslov normalnosti (Sunčevi zraci normalni na nagnutu površinu), ugao β postaje jednak uglu θ_z .

Posmatranu površinu potrebno je nagnuti za zenitni ugao Sunca:

$$\beta = \theta_z$$

Praćenje Sunca fotonaponskih panela ne zahteva naročitu preciznost. I kada su paneli nagnuti za 5° u odnosu na normalu prema Suncu, njihova izlazna snaga je u okviru 0,5% od maksimalne snage koja bi se imala za direktno usmerni solarni panel !!!!

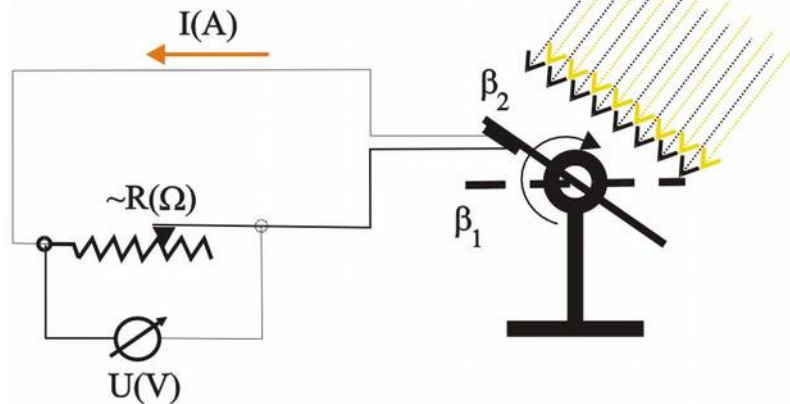
ODNOS PRAVOG SUNČEVOG VREMENA I SATNOG UGLA SUNCA



- Na svakih 1h, satni ugao se promeni za 15°
- $15^\circ/60\text{min}=0.25^\circ/\text{min}$
- Na 15 min je potrebno zakrenuti panel po azimutu (elevacija je fiksirana) za približni inkrement ugla od 3.75° .

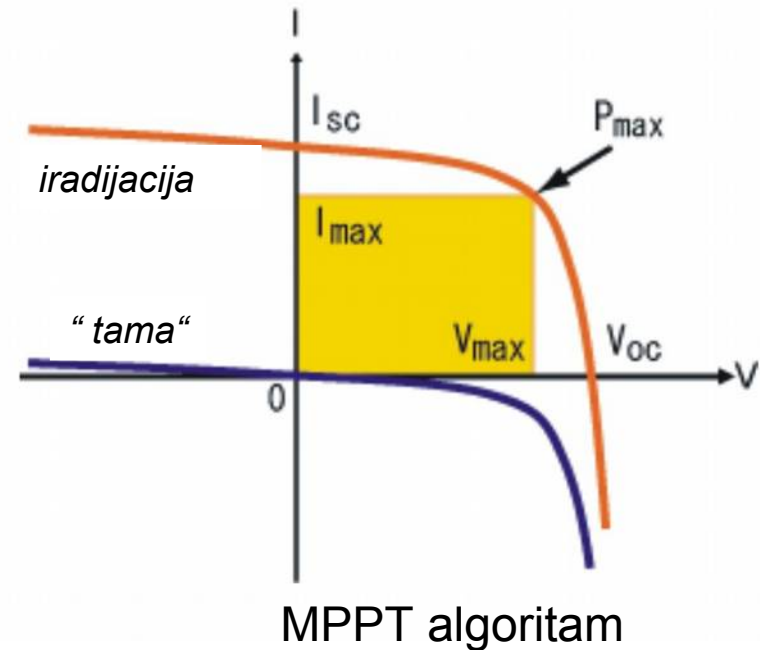
Treba napomenuti da je za razna godišnja doba ovaj inkrement promenljiv

PRAĆENJE SUNCA???? +MPPT algoritam = **EFIKASNOST**



zakretanje panela

+



- SERVO POGON po azimutu i (ili) elevaciji + senzor iradijacije (tačnije pozicioniranje, ali manje efikasno rešenje)
- OBIČAN POGON + sinhronizacija sa geografskom širinom i dužinom (manje tačnosti pozicioniranja ali efikasnije rešenje)

NAČINI PRAĆENJA PUTANJE SUNCA

- Prednosti koje se postižu praćenjem položaja Sunca sve više postaju aktuelne!!
- Cena elektronike je u stalnom padu
- Umesto fiksnih sve više koriste manje solarne jedinice od na primer 4 - 6 panela bilo sa sopstvenim pogonom, bilo sa prenosnim sistemima koji pomeraju nekoliko nezavisnih jedinica.
- Postoje takođe i podele koje uzimaju u obzir masu pokretnih solarnih sistema, kinematiku pogonskih sistema (kinematsku strukturu), vrste pogona (elektromotorni: AC, DC, koračni; hidraulični; pneumatski) .

PREMA NAČINU PRAĆENJA PUTANJE SUNCA OVI SISTEMI MOGU BITI :

-PASIVNI

-AKTIVNI

-HRONOLOŠKI

PASIVNI SISTEMI ZA PRAĆENJE SUNCA

- Najjednostavniji sistem za pasivno praćenje je zasnovan na ručnom podešavanju nagiba solarnog panela prema Suncu, pri čemu je solarni panel okrenut ka južnoj strani (dakle ugao po azimutu je fiksiran)
- Obično je za dato godišnje doba i za lokaciju na Zemljinoj površini ovaj nagibni ugao poznat
- Stoga se podešavanje nagiba standardno vrši četiri ili u nekim slučajevima, dva puta u toku godine
- Sistem ne zahteva nikakvu potrošnju energije u bilo kojem vidu (električnom, termičkom, hidrauličkom i sl.)
- Sistem je jeftin i ne zahteva neki veći materijalni izdatak
- Potrebno je jedino obezbediti jednostavan ručni zakretni mehanizam sa mogućnošću fiksiranja u nekoliko položaja



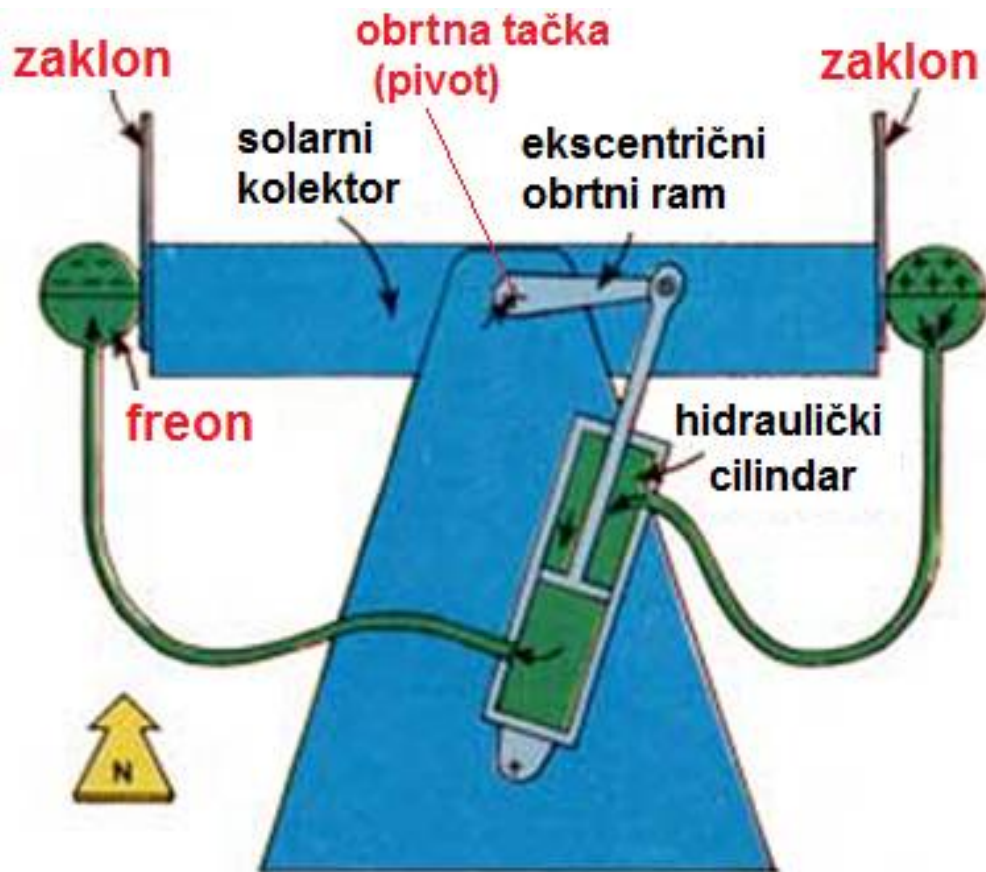
Za ovaj sistem se koristi metalni ram u obliku mreže. Solarni paneli mogu biti prikačeni tako da budu fiksirani ili **da se njihov ugao može prilagođavati**. Za ovaj tip kačenja panela, površina zemlje se mora pripremiti na određeni način.

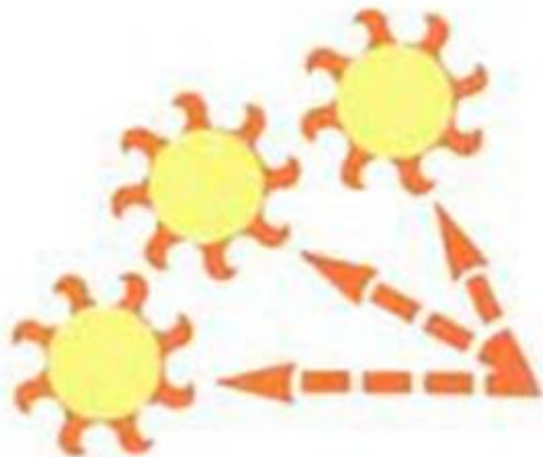
NAPREDNI PASIVNI SISTEMI ZA PRAĆENJE SUNCA

- Napredniji sistemi za pasivno praćenje sunca su bazirani na postojanju određene neelektrične potencijalne razlike (tremičke, pritisne, i sl.) koja se meri u krajnjim tačkama panela.
- Zbog postojanja nagiba u odnosu na zrake jedna tačka na primer može biti više zagrejana u odnosu na drugu, tako da se korigovanjem položaja solarnog panela ta razlika poništava.
- Može se koristiti neki medijum, npr. komprimovani gas pod pritiskom sa niskom tačkom ključanja (freon), čiji se pritisak menja usled različite zagrejanosti, pa se izjednačavanjem pritiska tj. promenom položaja panela izjednačava temperatura.
- **Kako se može vršiti korigovanje položaja u ovom slučaju?**

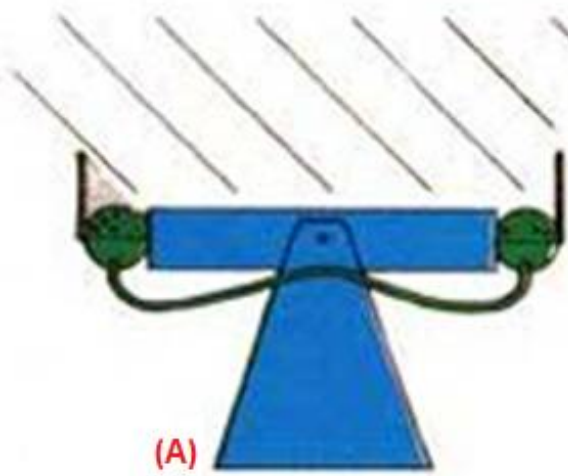
NAPREDNI PASIVNI SISTEMI ZA PRAĆENJE SUNCA

- Kod pasivnog praćenja se mogu koristiti različite grupe senzora od kojih su jedni osvetljeni, dok su drugi u tami (iza neke barijere) tako da se izjednačava njihov status,
- Može se koristiti neki medijum, npr. komprimovani gas pod pritiskom sa niskom tačkom ključanja, čiji se pritisak menja usled različite zagrejanosti, pa se izjednačavanjem pritiska tj. promenom položaja panela izjednačava temperatura.
- Novo poravnanje se izvršava kod sledeće promene pritiska takvog sistema.
- Neophodni su viskozni amortizeri za sprečavanje udara vetra
- **Metod nije pouzdan jer je kod malih sistema mala i razlika između izmerenih veličina, a može nastupiti promena i zbog drugih uzroka.**



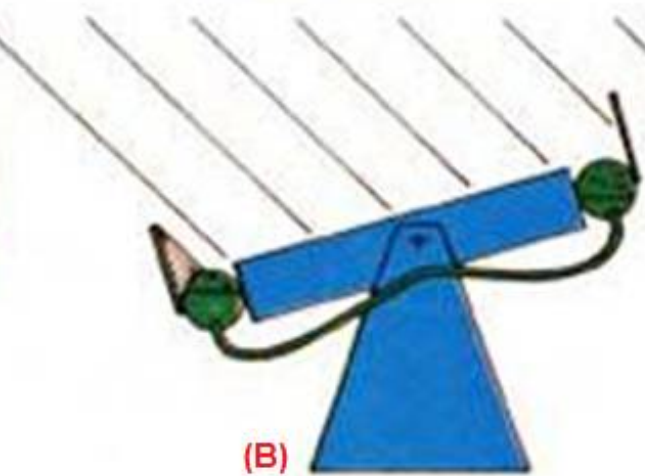


fluid i gas su balansirani između dva tanka



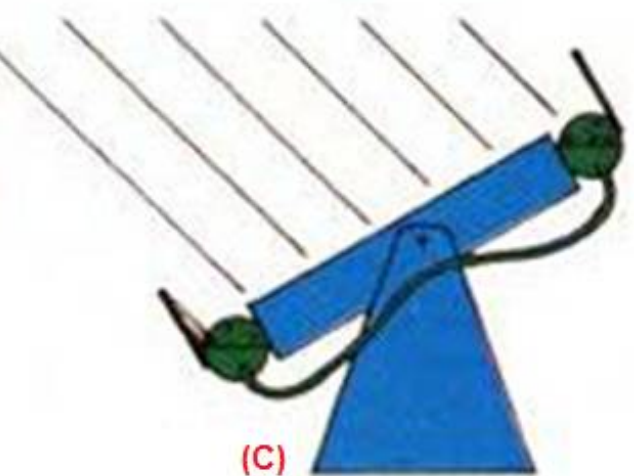
(A)

A: Sunčevi zraci više zagrevaju desni rezervoar nego levi



(B)

B: Obzirom da je sada veći pritisak u desnom rezervoaru, tečni freon struji ka levom rezervoaru, a hidraulički aktuator zakreće panel



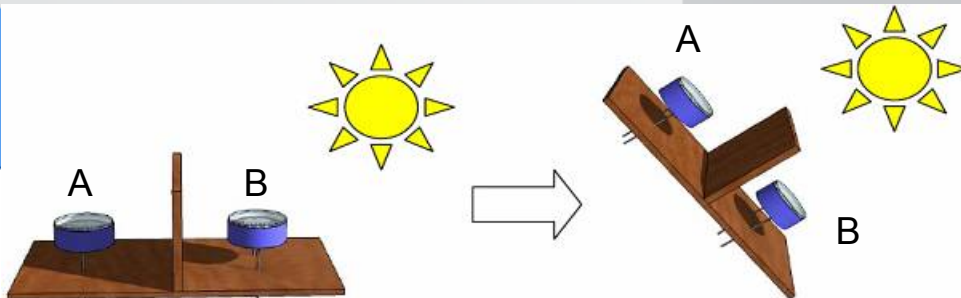
(C)

C: U ovom slučaju se sve više greje levi rezervoar i sve manje prihvata freona iz desnog, i kada se izjednače temperature proces se zaustavlja a panel zauzima dati nagib

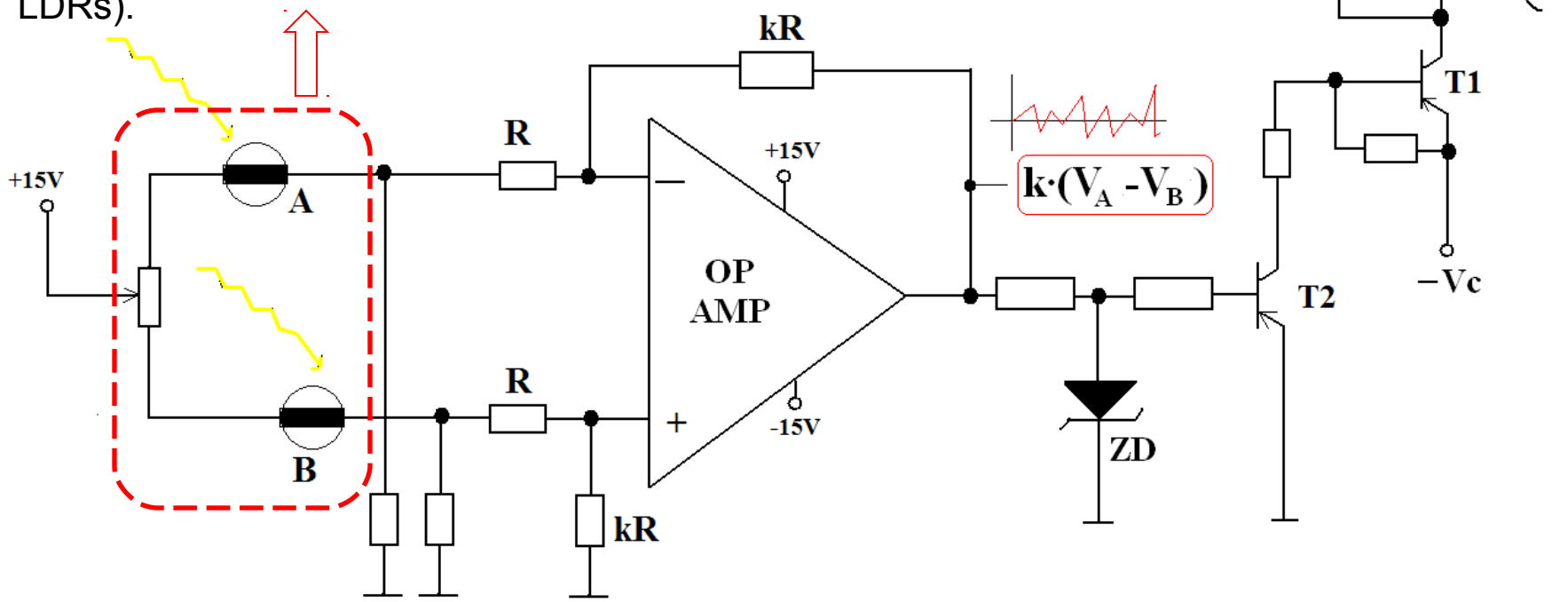
AKTIVNO PRAĆENJE PUTANJE SUNCA

- Kod aktivnog praćenja, položaj Sunca na nebu tokom dana se prati kontinualno pomoću odgovarajućih senzora.
- Takav senzor aktivira aktuator (motor) solarnog sistema u trenutku kada izmerena veličina izađe izvan okvirnih (podešenih) vrednosti i uvodi solarni sistem u novi maksimum, tj. podešava solarni panel normalno u odnosu na Sunčeve zrake.
- Ovaj način je pouzdan izuzev za vreme visoke oblačnosti ili kada se na neki drugi način izazove pojava senke na solarnom panelu.
- Mana ovog načina je što on ostvaruje značajnu potrošnju električne energije iz sopstvenog napajanja, koje je inače ograničenog kapaciteta jer se radi o autonomnim sistemima
- Servo pogoni koji se koriste u ovom slučaju troše električnu energiju čak i kada kretni sistem miruje (mora se obezbediti moment odnosno odgovarajuća struja pogonskih motora)

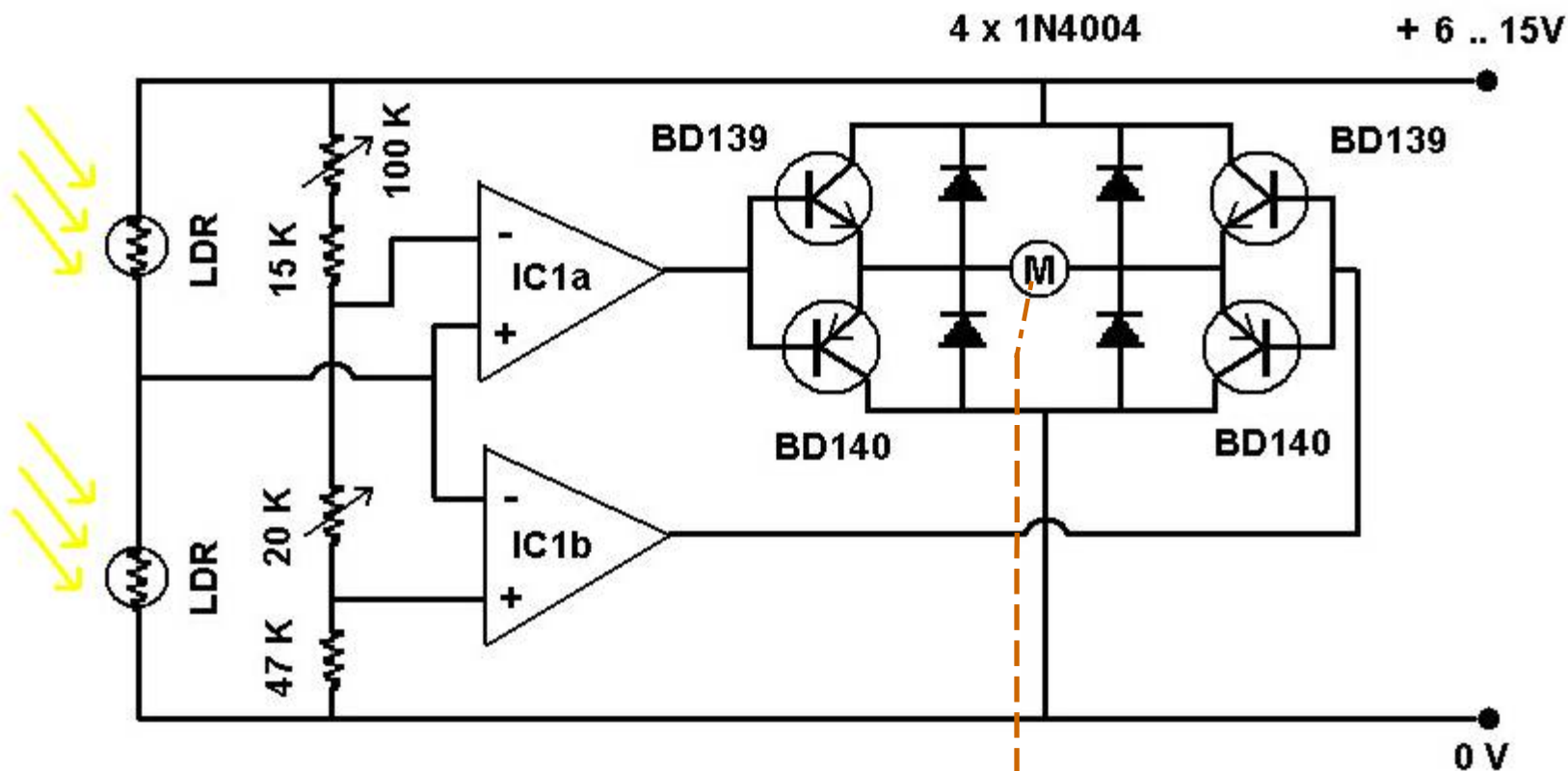
AKTIVNI SISTEM ZA PRAĆENJE BAZIRAN NA SERVO POJAČAVAČU



Dva CdS (Cadmium Sulphate) svetlosno osetljiva otpornika (light dependent resistors-LDRs).

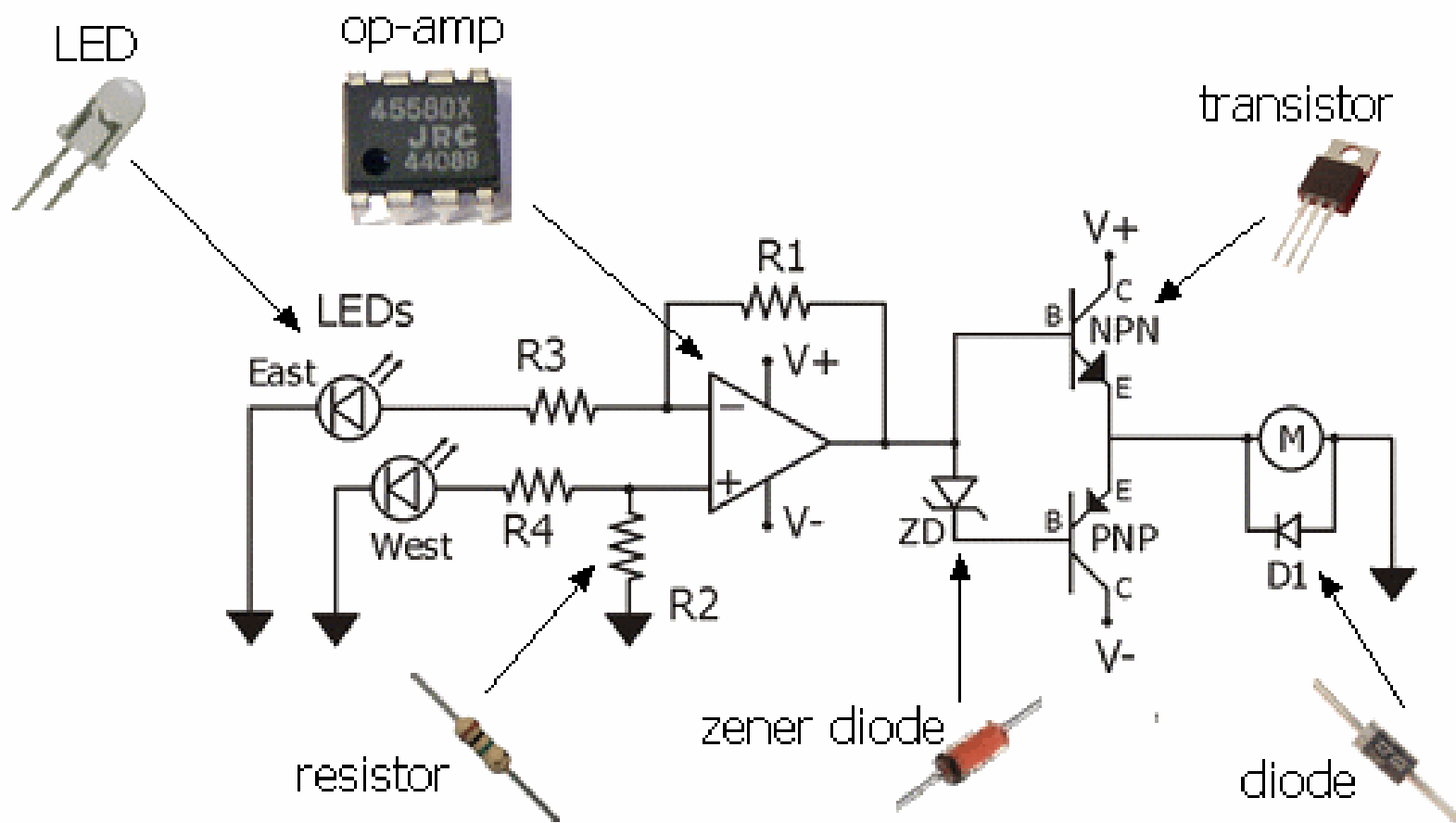


PRAĆENJE SUNCA SA DRAJVERSKIM TRANZISTORSKIM MOSTOM POGONA PANELA PO JEDNOJ OSI

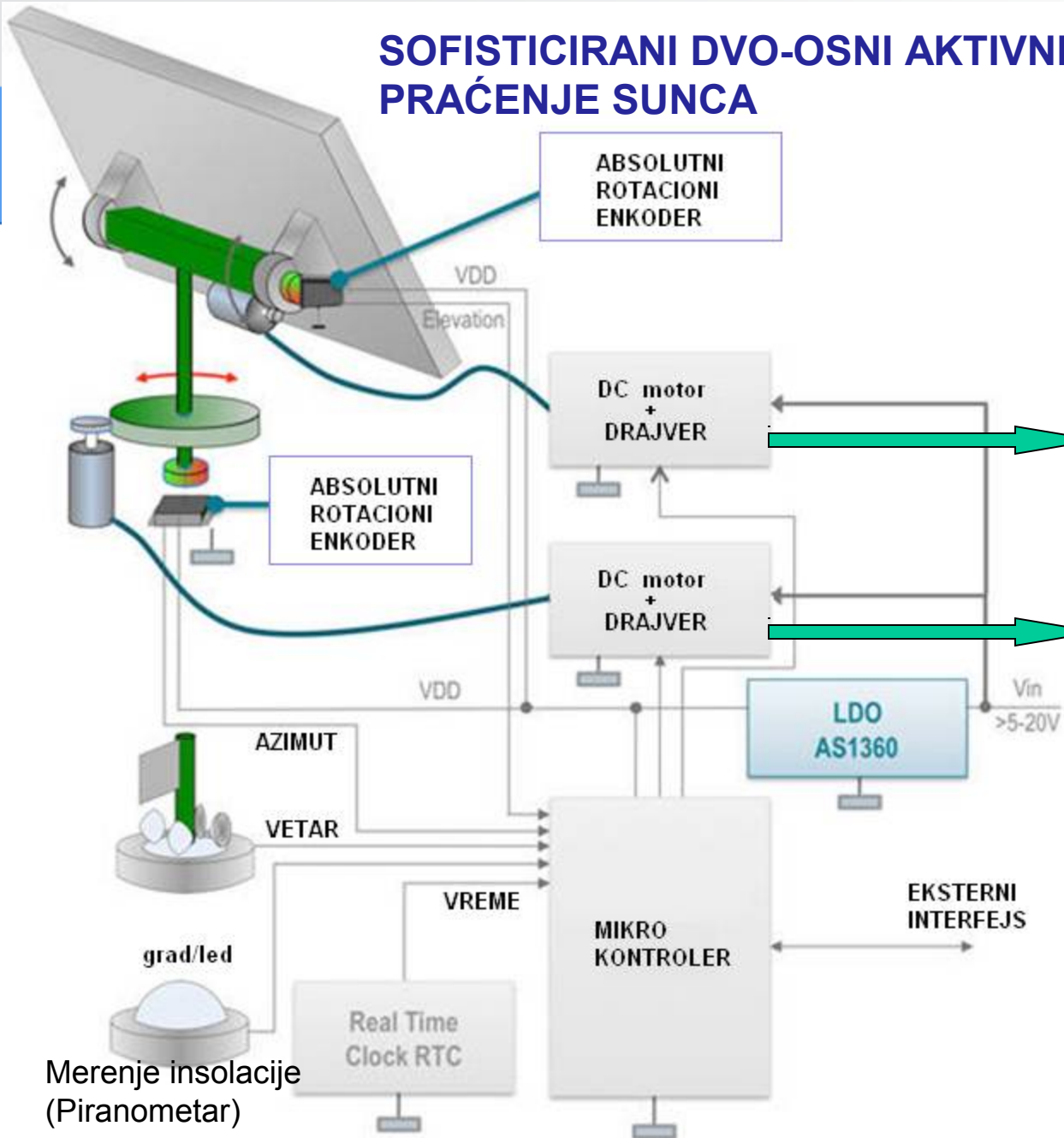


Light Dependent Resistor (LDR)

VARIJANTA PRAĆENJA SUNCA KORIŠĆENJEM TRANZISTORSKE SPREGE “EMITER FOLOWER” i LED senzorima (izlazni tranzistori u linearnom režimu)

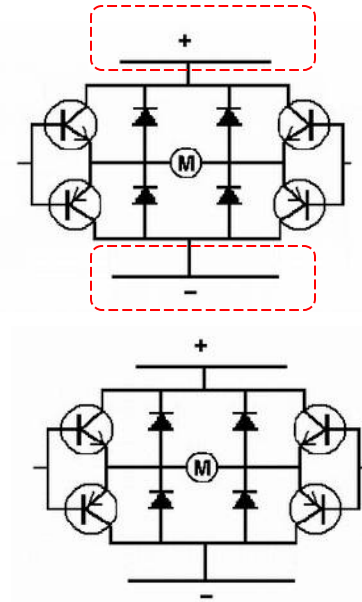


SOFISTICIRANI DVO-OSNI AKTIVNI SISTEM ZA PRAĆENJE SUNCA



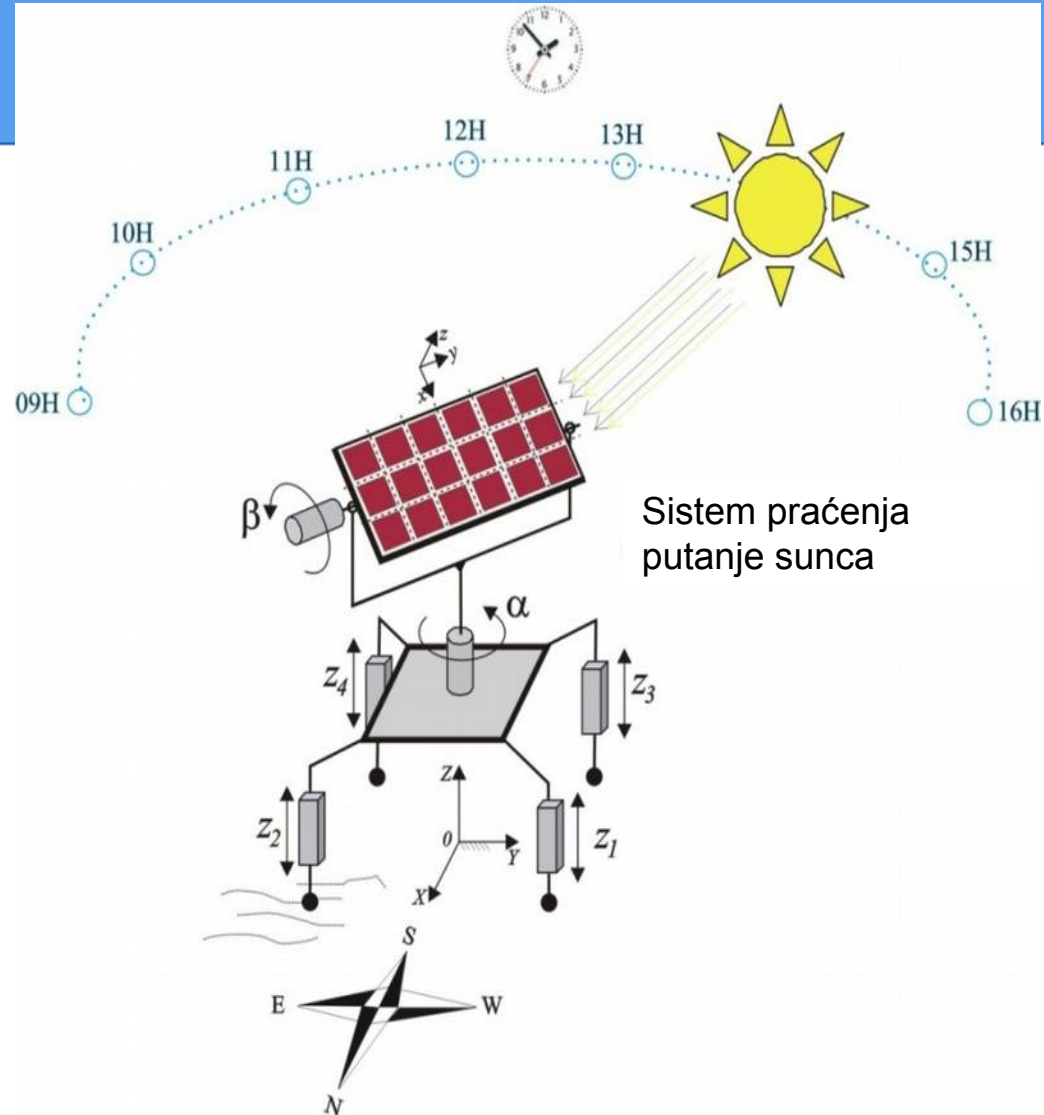
Merenje insolacije
(Piranometar)

DC napajanje!!!



HRONOLOŠKO PRAĆENJE SUNCA

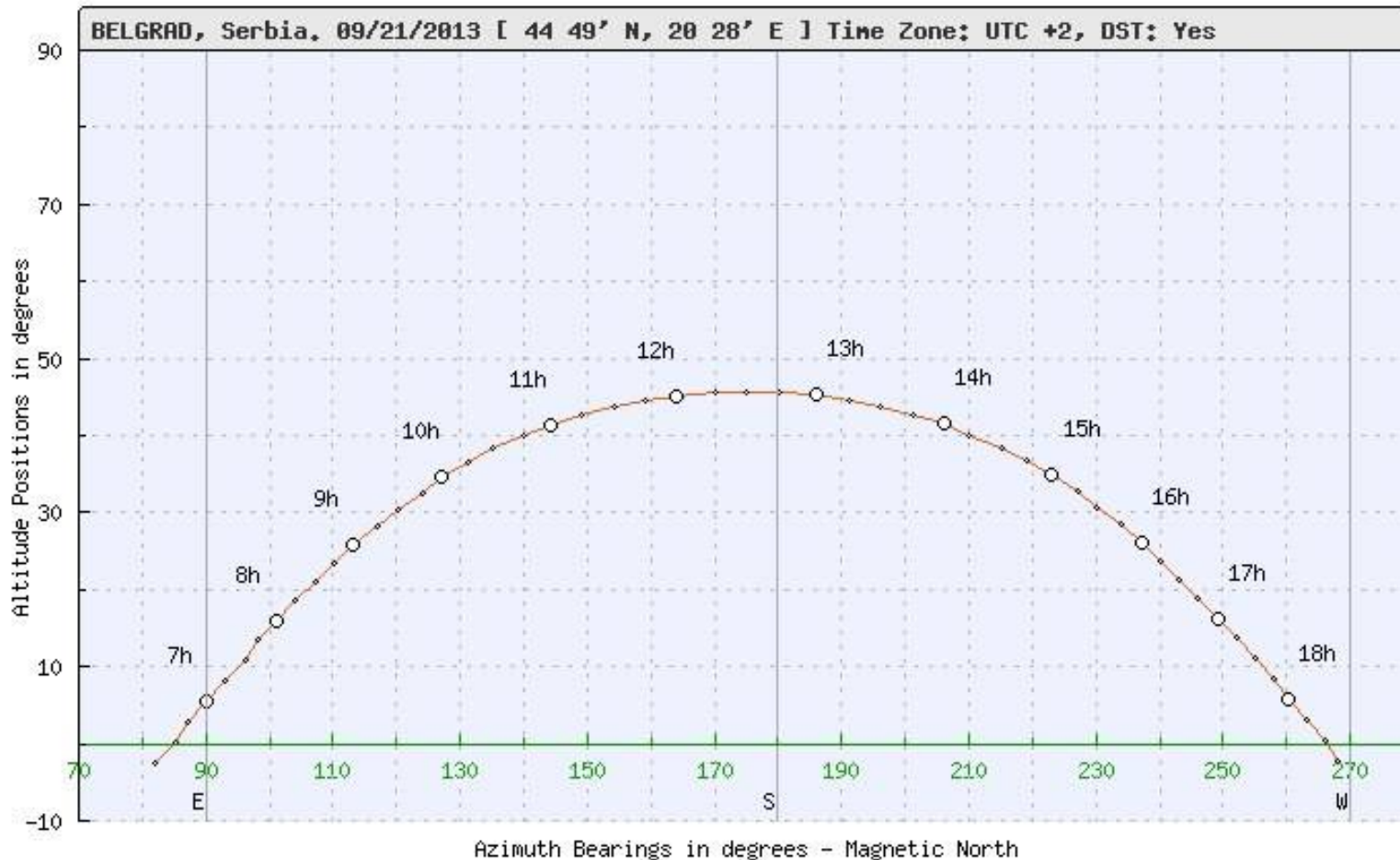
- Hronološko praćenje zasniva se na prirodnom opažanju položaja Sunca za dato područje i dati vremenski period tokom godine.
- To praktično znači da se za određene geografske koordinate i određeni vremenski period može programski odrediti položaj Sunca tokom obdanice i da se u skladu sa programom može upravljati položajem solarnog panela tokom dana, tokom perioda korišćenja
- Ovakav način pozicioniranja ne zavisi od oblačnosti jer se zna položaj Sunca u svakom trenutku.
- Jedino o čemu treba da se vodi računa je **orijentacija lokalnog koordinatnog sistema solarnog panela u odnosu na globalni koordinatni sistem** (Zemlje), kao i eventualno korišćenje u brdovitim predelima.



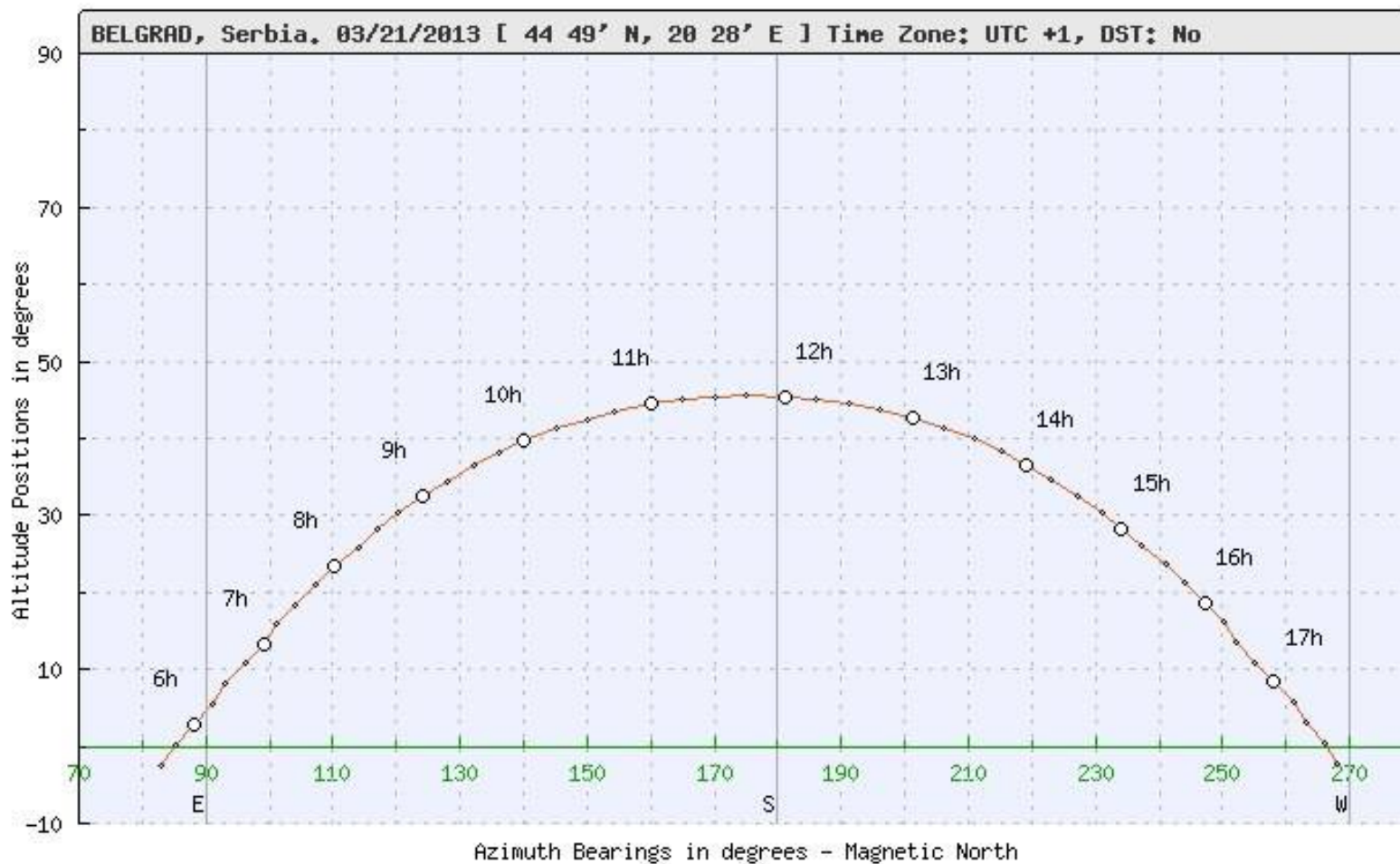
TRAJEKTORIJA SUNCA (od izlaska do zalaska sunca), Beograd, 22. Decembar 2013.

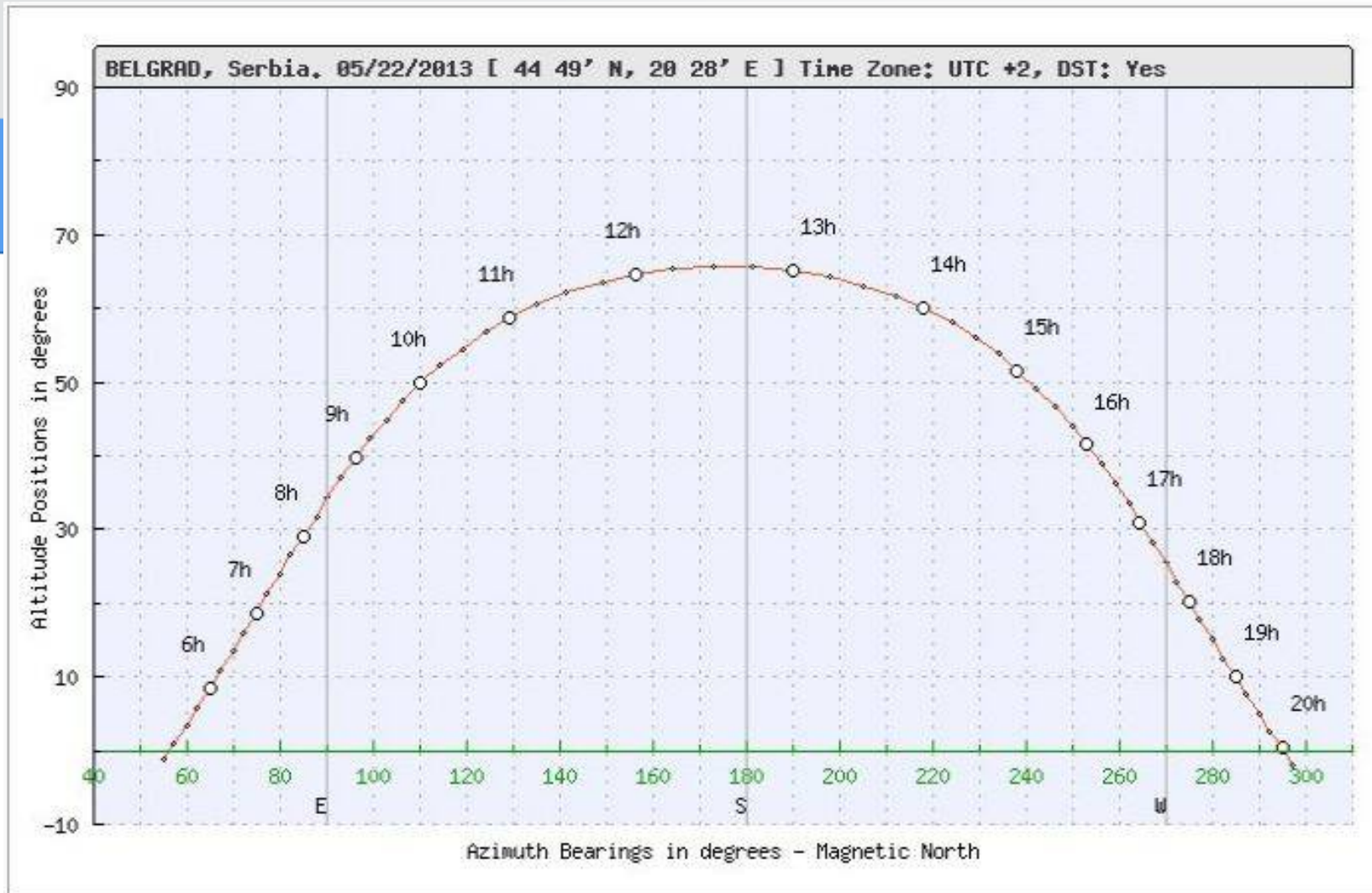


TRAJEKTORIJA SUNCA (od izlaska do zalaska sunca), Beograd 21. September 2013.



TRAJEKTORIJA SUNCA (od izlaska do zalaska sunca), Beograd 21. Mart 2013.





Kretanje Sunca, od izlaska do zalaska, za Beograd za dan 22. maj 2013.

Za svaku geografsku lokaciju i za svaki vremenski period se može programirati položaj solarnog panela, tj. optimizovati njegov položaj.

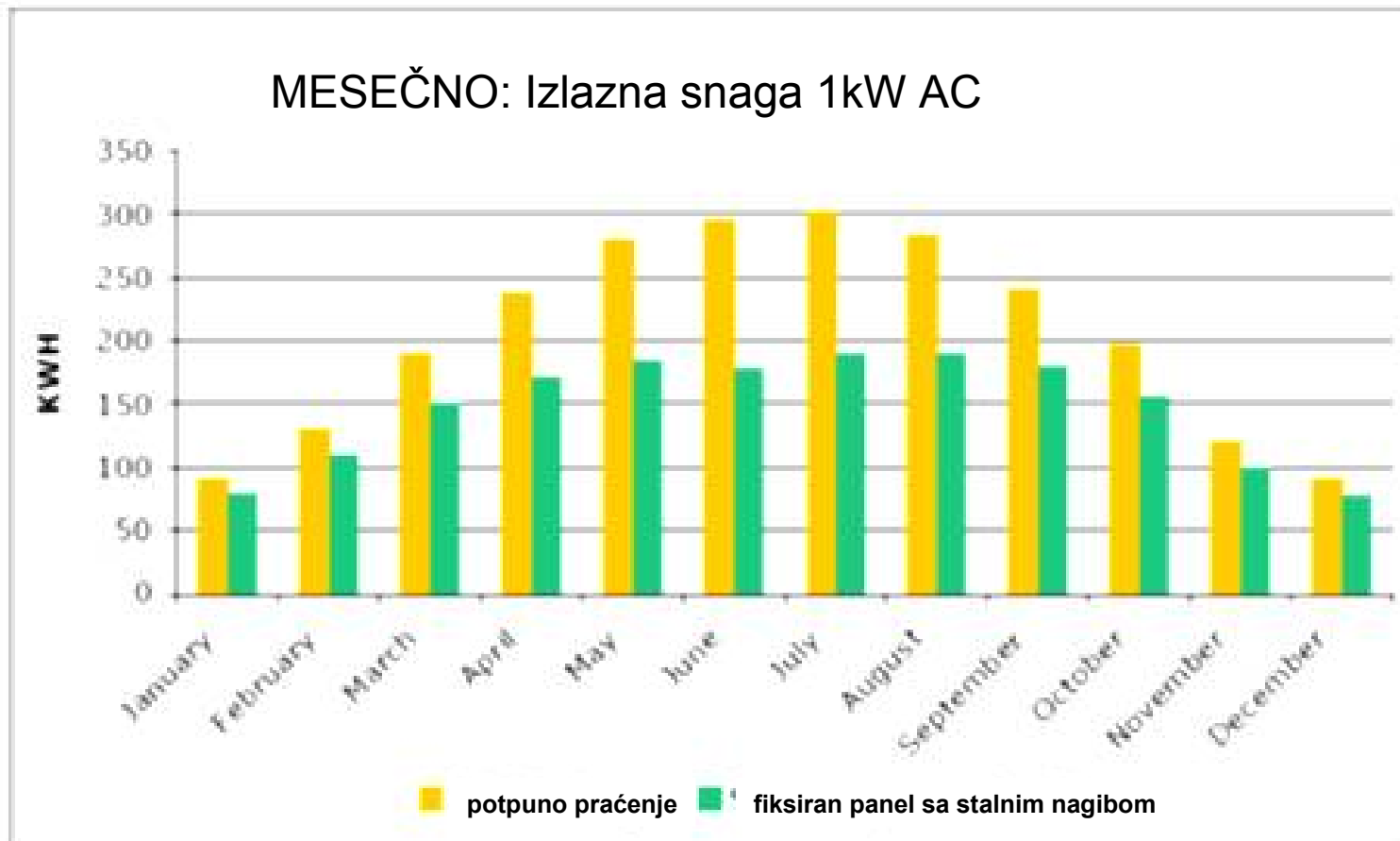
Analizom dijagrama uočava se da se tokom obdanice od 05:00 do 20:15 Sunce kreće po azimutu između 55° i 297° dok se po elevaciji taj ugao kreće između -2° do max 65°

DOBITAK U EFIKASNOSTI

- Pod pretpostavkom da se pogoni uključuju na svakih 15 minuta (**zašto na 15 min?**) to bi na početku i na kraju dana imali pomeranja oko 2° - 3° , a sredinom dana 5° - 8° po azimutu, dok bi po elevaciji skokovi bili umereniji od 1° - 2° .
- Da bi se ovo ostvarilo obično se koriste dva nezavisna stepena slobode kretanja – dva aktuatora.
- Solarni sistemi sa jednim fiksnim i jednim pokretnim sistemom obezbeđuju povećanje iskorišćenja između 27 i 32% dok sistemi sa oba pokretna sistema povećavaju proizvodnju energije između 35 i 40%.
- **ŠTA KAŽE EKSPERIMENT??????**

TIPIČAN PRIKAZ DOBITKA POTPUNOG PRAĆENJA

(za grad Sacramento, USA)



PRAKTIČNE REALIZACIJE SA UGRAĐENIM DVO-OSNIM SISTEMIMA ZA PRAĆENJE SUNČEVE PUTANJE

(Centar za Robotiku Instituta M.Pupin, Univerziteta u Beogradu)



Mobilni Solarni Generator



Solarni Koncentrator

❑ **Mobilni solarni generator (MSG)**, razvijen u Institutu M.Pupin je moderni automatizovan uređaj za proizvodnju električne energije koja se bazira na korišćenju obnovljive energije sunca i praćenju njegove putanje.

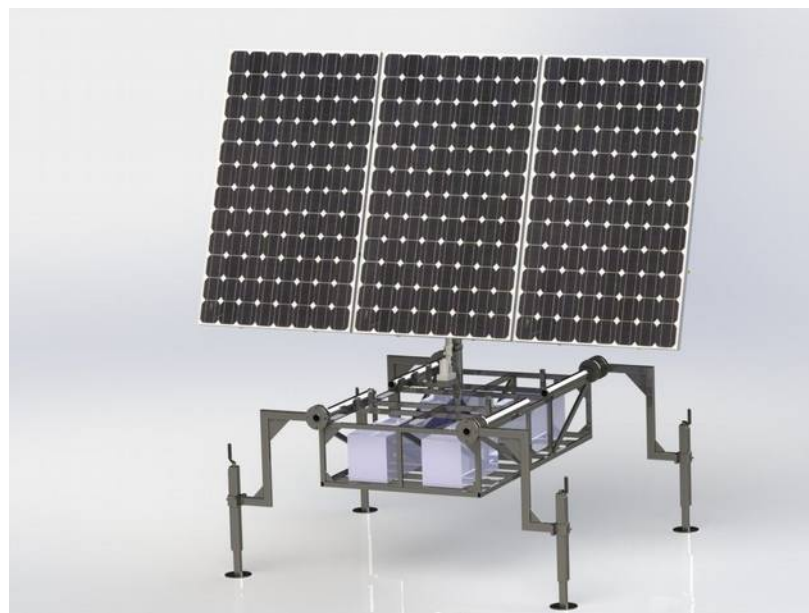
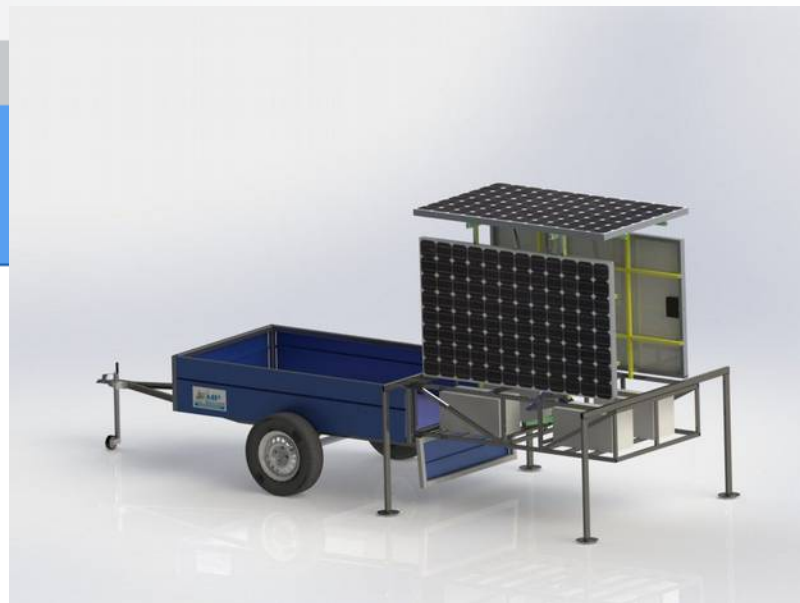
❑ Namenjen je individualnim korisnicima, malim i srednjim potrošačima električne energije, kao samostalni izvor bez priključenja na električnu mrežu tzv. „*off-grid*“.

❑ Univerzalne je primene: kućne aplikacije, poljoprivreda, turizam, itd.

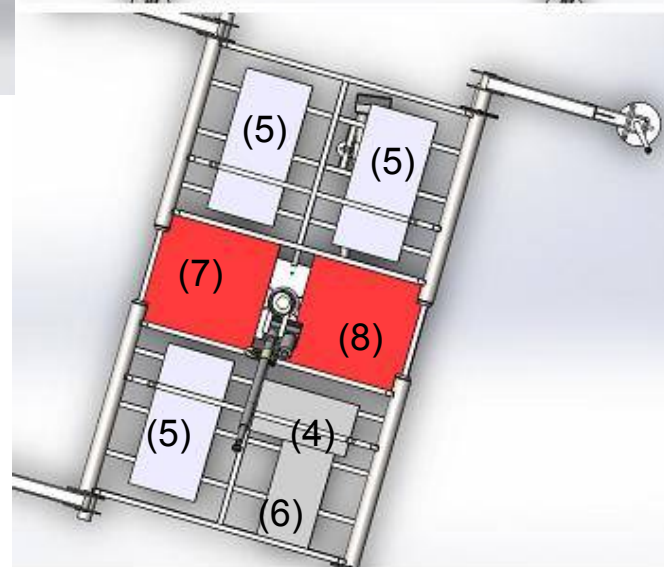
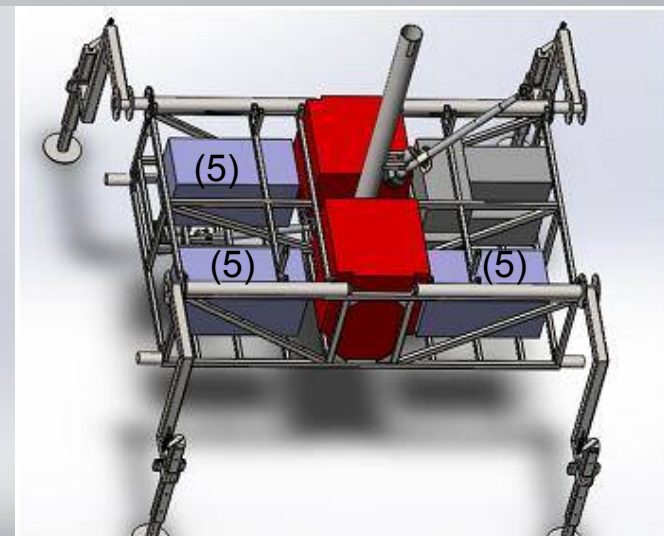
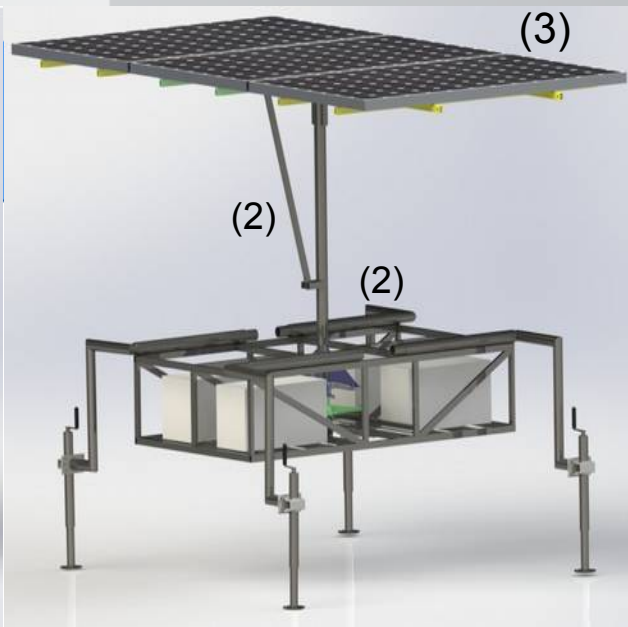
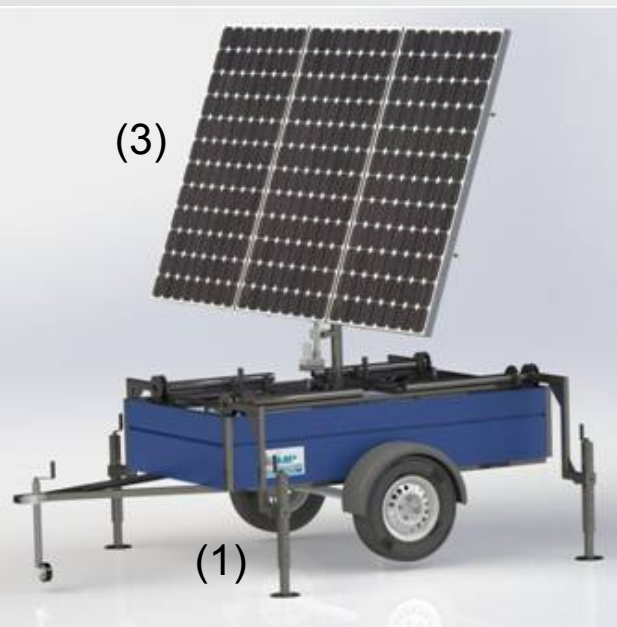
❑ Ne zahteva nikakvu specijalnu građevinsku konstrukciju i energetska infrastrukturu.

❑ Pogodan je za korišćenje na različitim tipovima terena (ruralnim i urbanim) gde postoje povoljni uslovi za eksploataciju sunčeve energije, a naročito u oblastima sa visokom dnevnim insolacijama (4-6kWh/m² i preko).

❑ Dimenzionisan je za različite vremenske uslove i udare vetra do 80km/h, ali i za podnošenje velikih vrednosti vibracionog ubrzanja.



Mobilni Solarni Generator- dispozicija



MRSG se sastoji od pet osnovnih tehničkih modula :

- Transportni modul sa bočnim stabilizatorima (1)
- **Mehanička struktura sa dvo-osnim robotskim mehanizmom za praćenje sunčeve putanje (2)**
- Tri PV panela 3 x 280 W (300W) (3)
- Podsystem za konverziju električne energije: MPPT solarni DC/DC punjač (4), baterijski storidž (banka baterija) (5), DC/AC pretvarač -invertor (6)
- Upravljački i komunikacioni deo: mikrokontroler za dvo-osni robotski sistem za praćenje sunca, (7) i GSM/GPRS module (8) za daljinsku kontrolu i prenos irelevantnih podataka ka korisniku

Uređaj u radnom položaju (gledano sa zadnje strane)

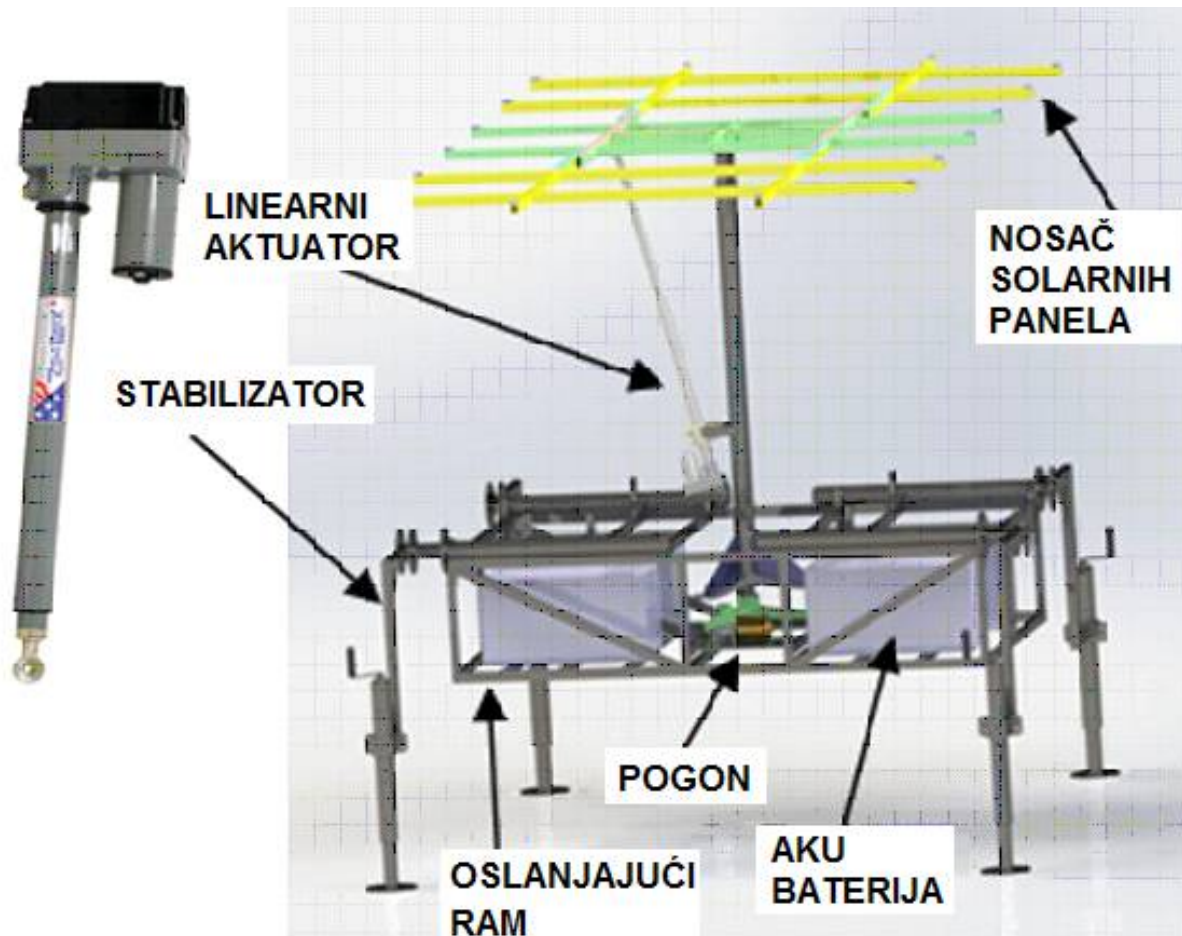


Uređaj sa bočnim stabilizatorima na zemlji



MEHANIČKA STRUKTURA

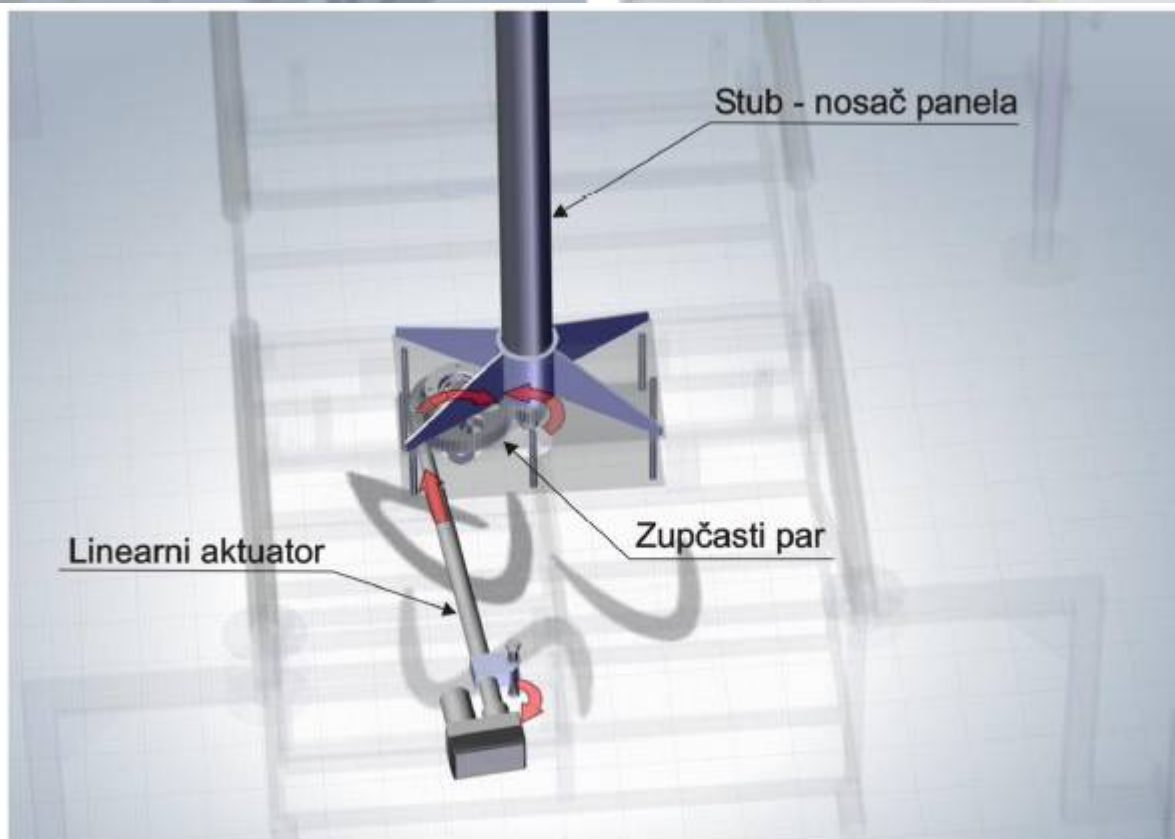
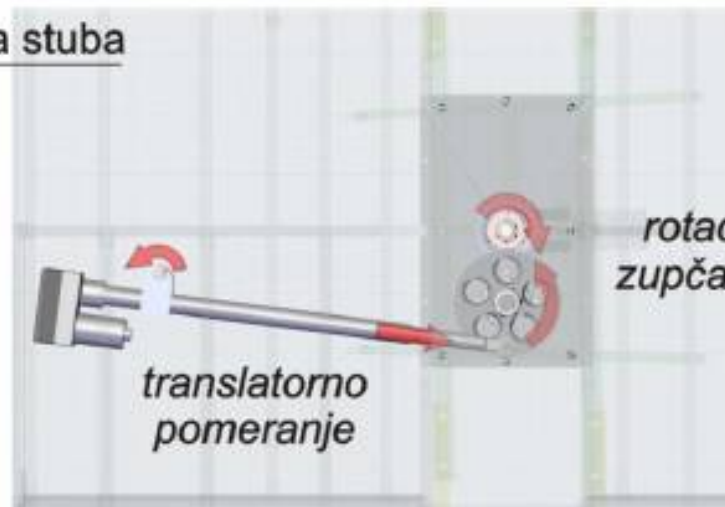
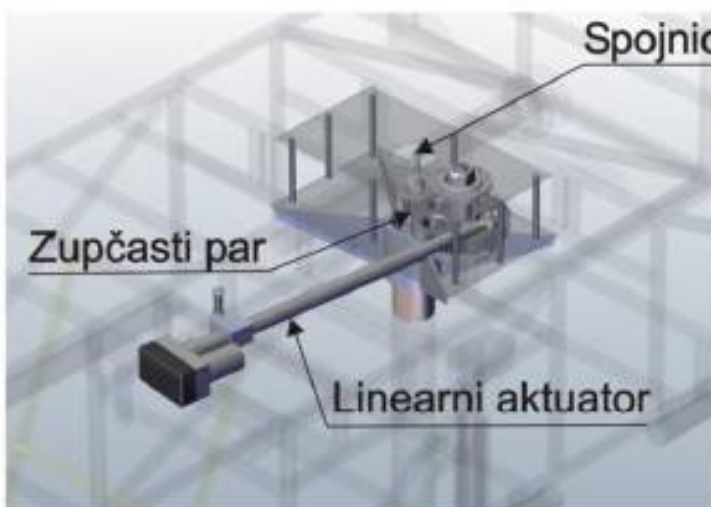
LINEARNI POGON



Konstrukcija sa dva linearna aktuatora

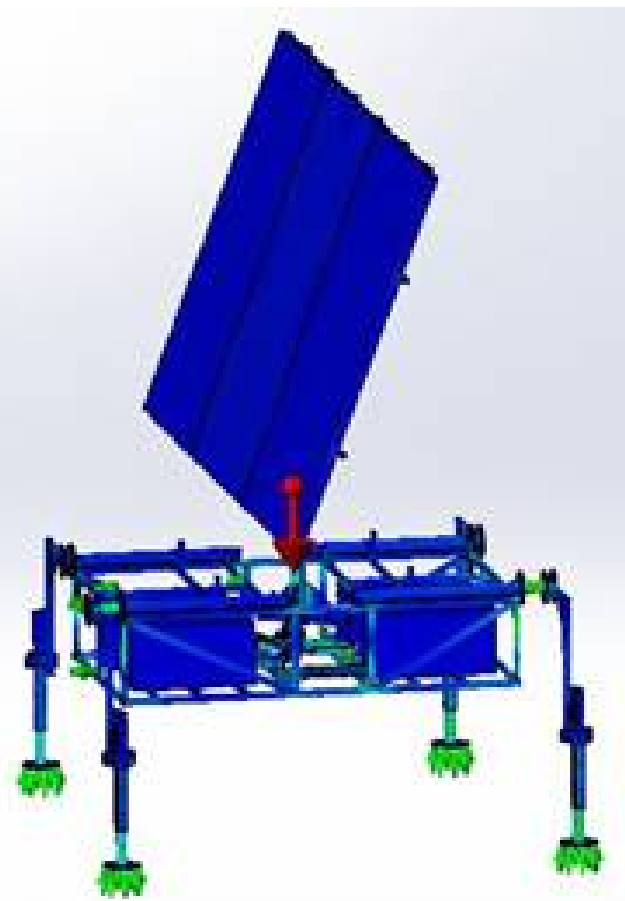
•SMART aktuator uključuje:

- servo drajver linearnog motora
- senzor pozicije

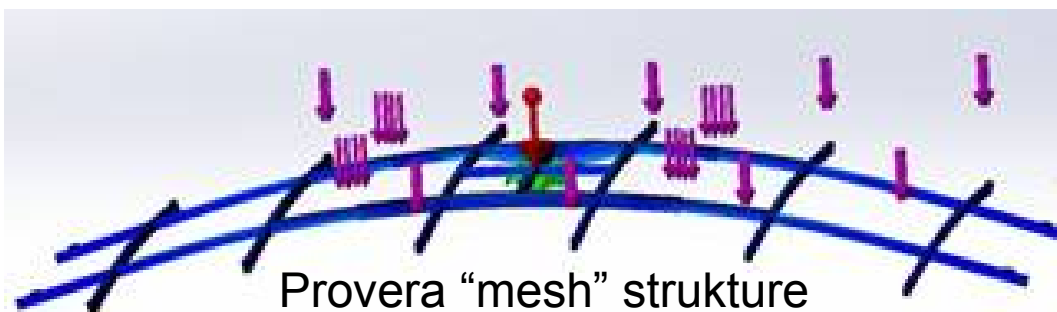


Kinematski mehanizam rotacije stuba za praćenje po AZIMUTU

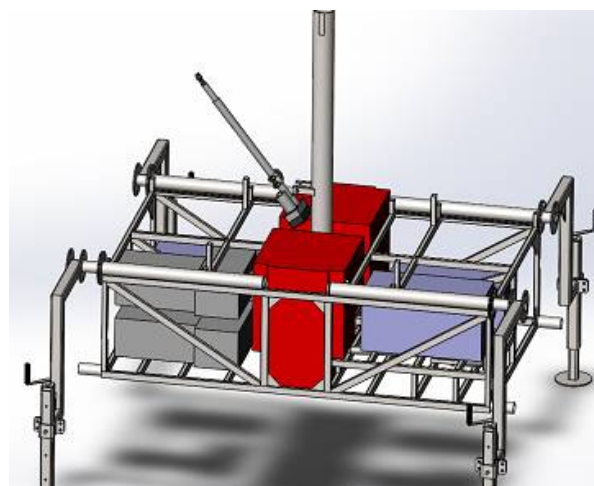
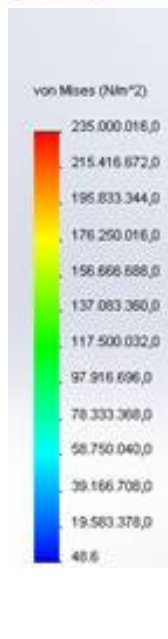
Provera mehaničke strukture na stres i naprezanje



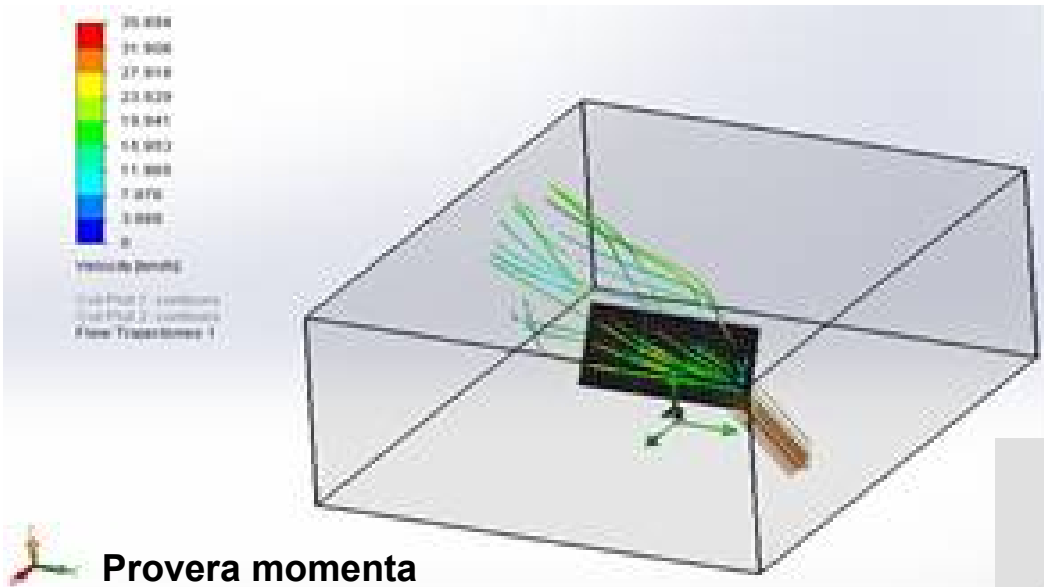
Provera oslanjanja



Provera "mesh" strukture

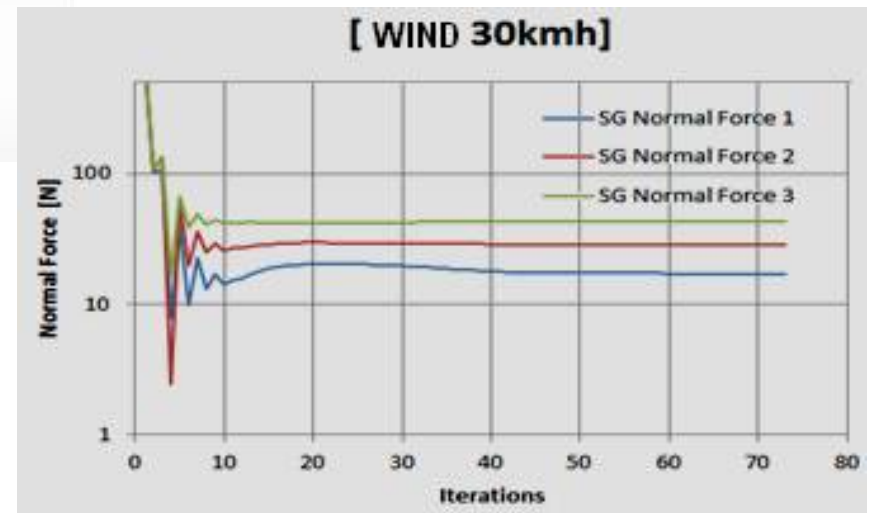
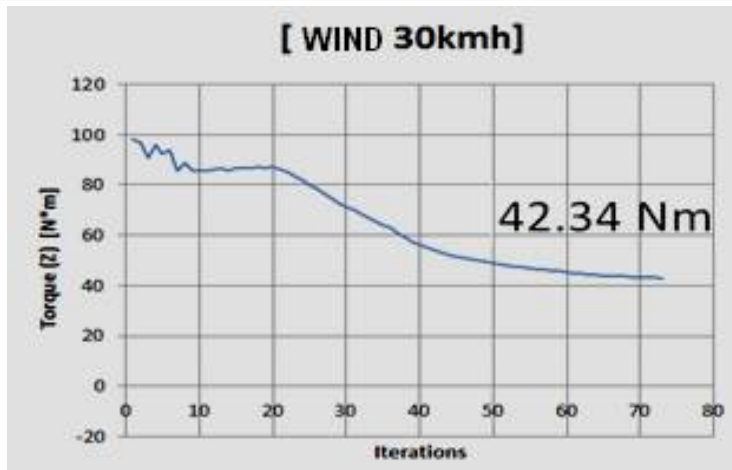


ANALIZA UTICAJA BRZINE VETRA NA STRUKTURU

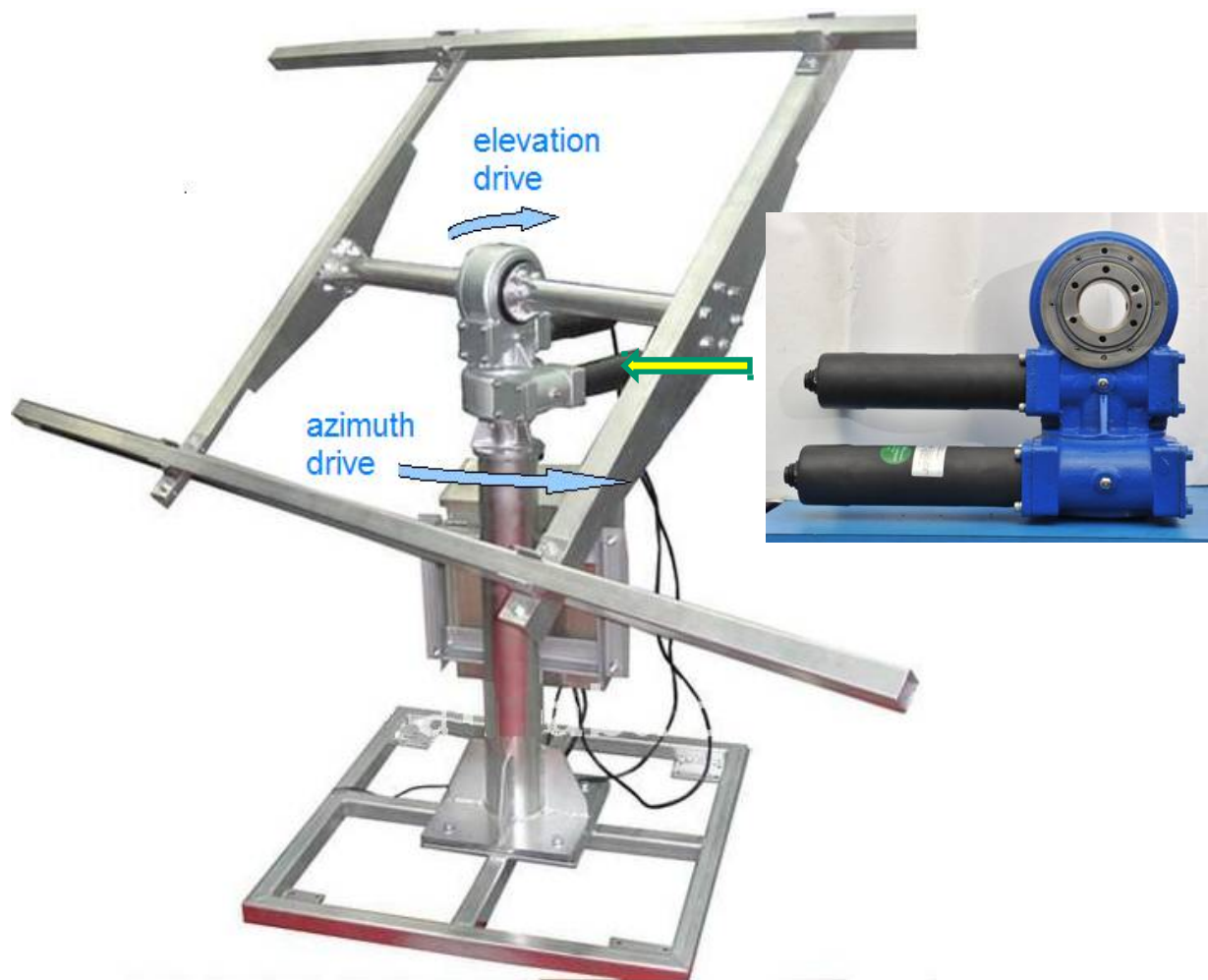


PROVERA MEHANIČKE STRUKTURE pri brzini vetra do 80km/h

Provera sila



Konstrukcija sa rotacionim pogonom



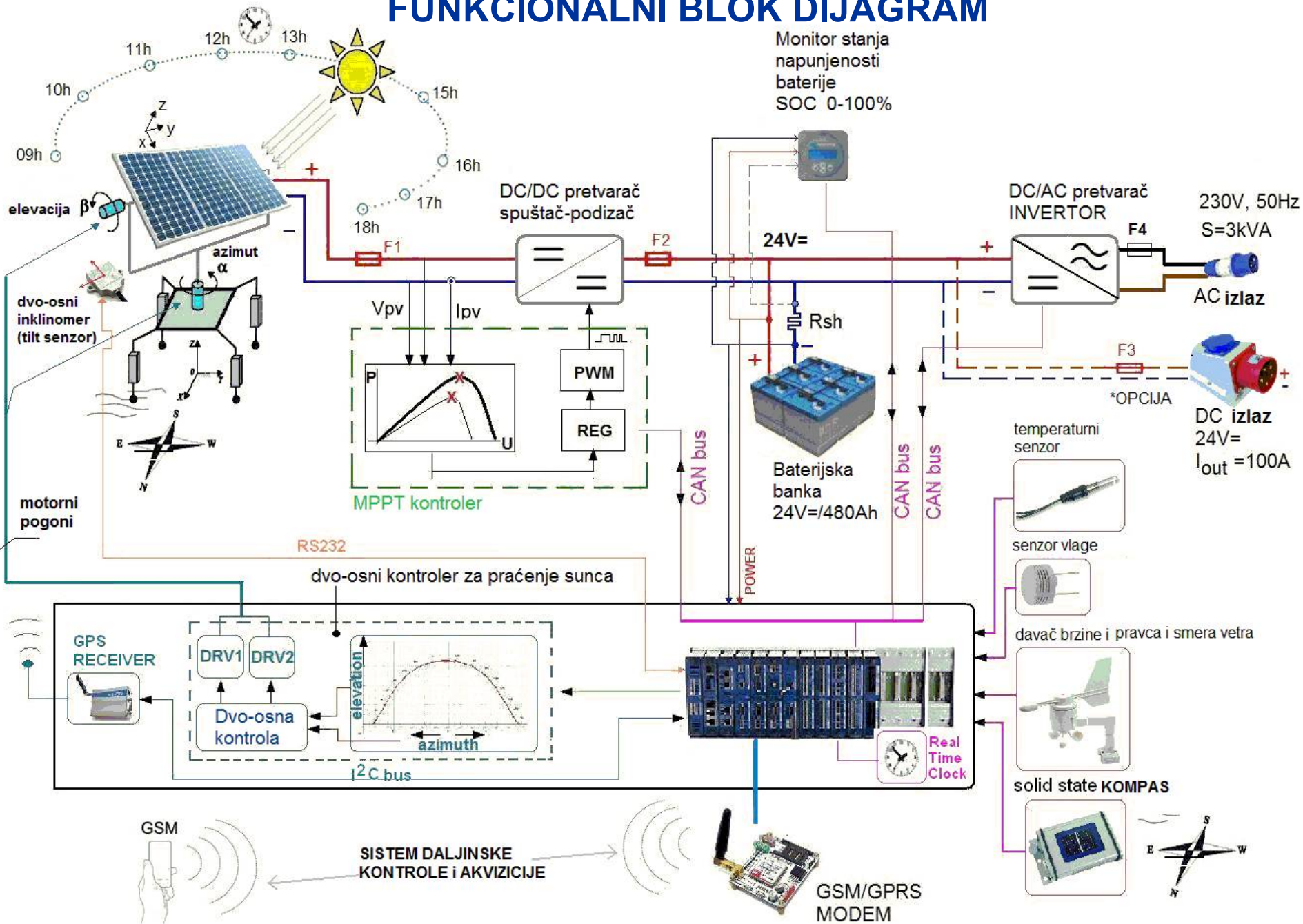
Konstrukcija sa dva rotaciona aktuatora :

Slewing Drive sa dva smart aktuatora

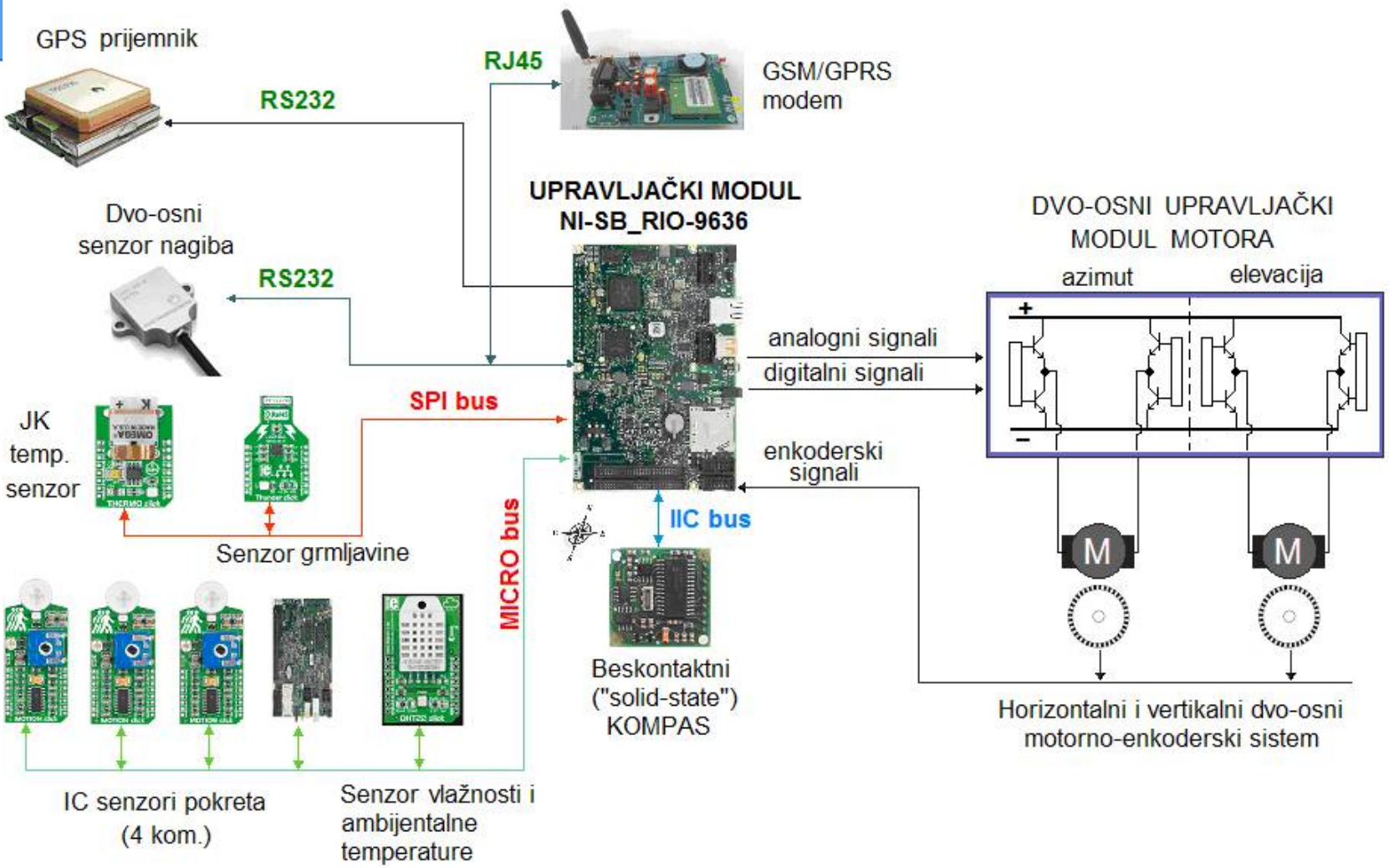
•SMART aktuator uključuje:

- servo drajver /motor
- pozicioni senzor (inklinometar)

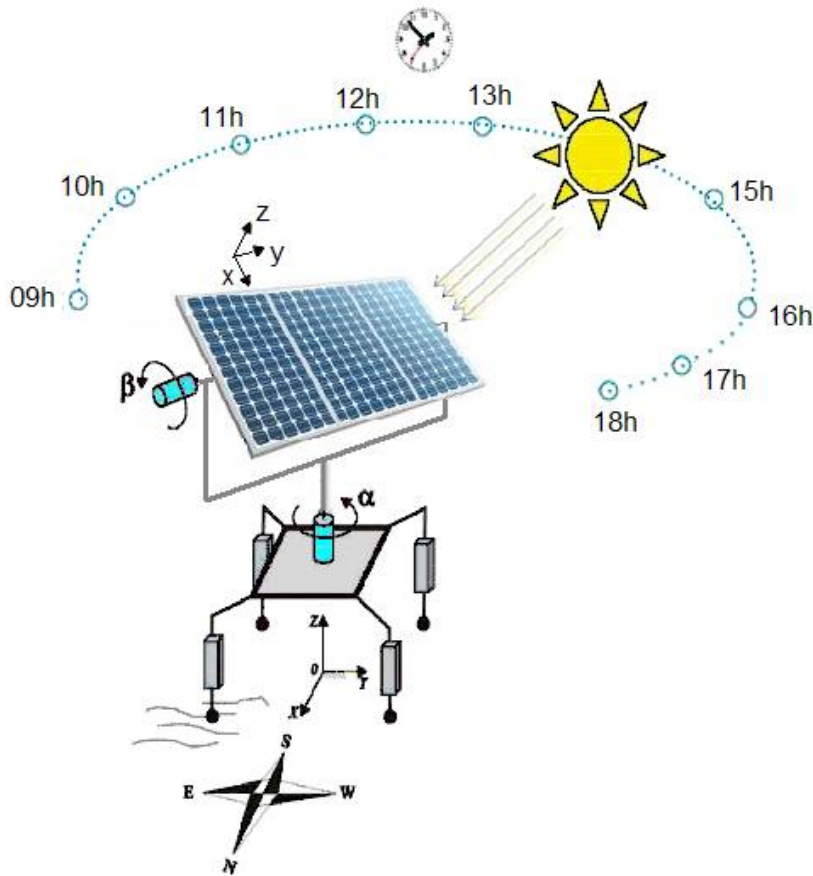
FUNKCIONALNI BLOK DIJAGRAM



UPRAVLJAČKA BLOK ŠEMA



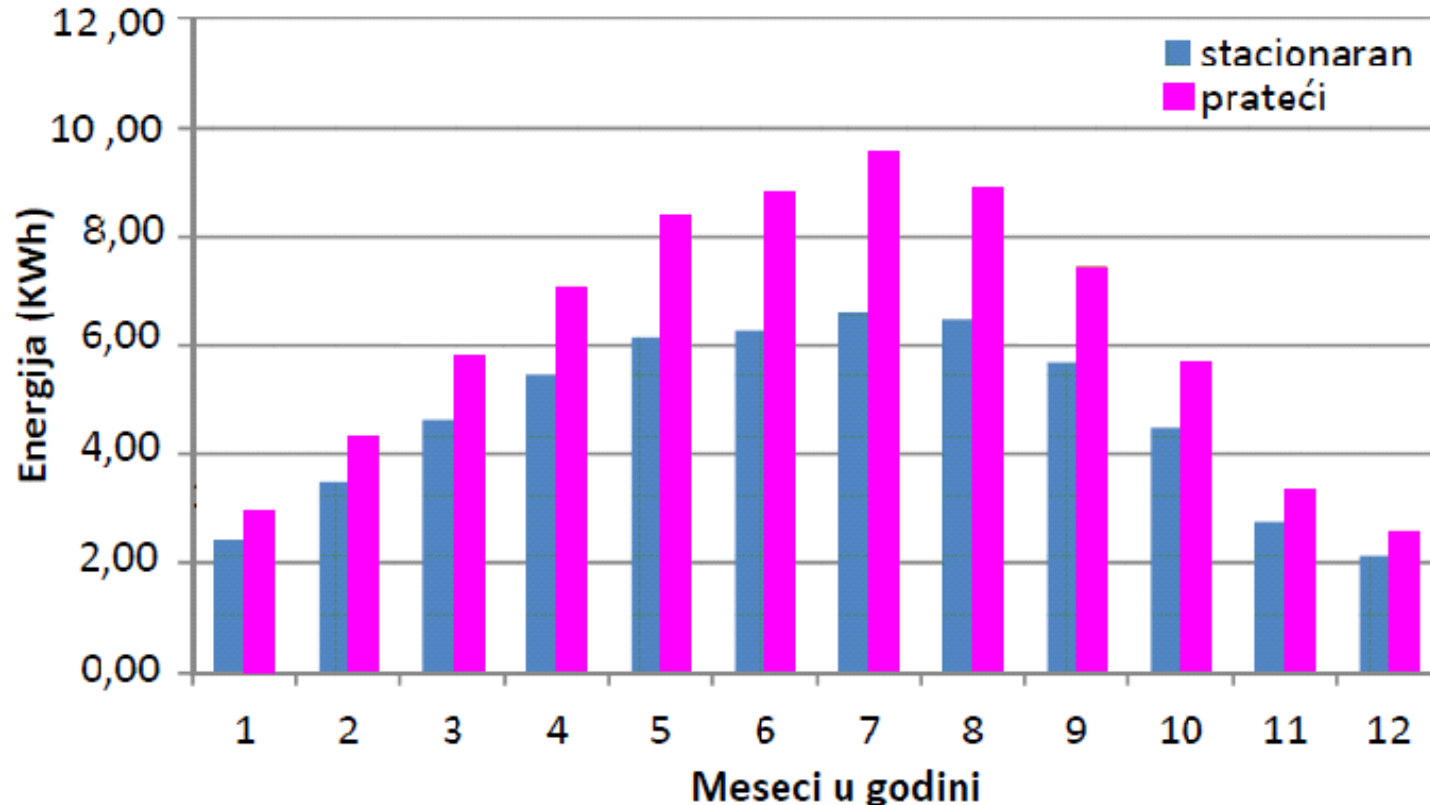
OPTIMIZACIJA mobilnog solarnog generatora : DVO-OSNI pogon i praćenje putanje sunca



• Hronološko praćenje je zasnovano na prirodnoj opservaciji pozicije sunca za datu lokaciju, u datom periodu i za dato godišnje doba.

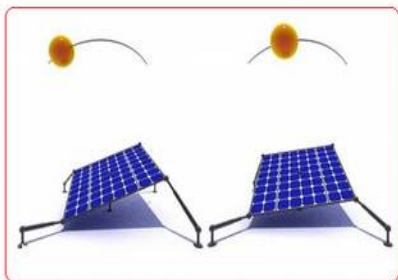
- Na osnovu geografskih koordinata u datom periodu specijalizovan softver određuje poziciju sunca tokom obdanice
- Na osnovu ovoga se kontroliše pozicija panela tako da upadni zraci uvek padaju pod pravim uglom na površinu PV panela
- Ovaj metod je nezavisan od oblačnog vremena pošto paneli prate sunce u svakom trenutku vremena.
- Jedino što je potrebno, to je uzeti u obzir orijentaciju lokalnog koordinatnog sistema PV panela u odnosu na globalni koordinatni sistem (Zemlju).

Prosečna dnevna proizvodnja električne energije u zavisnosti od meseca u godini

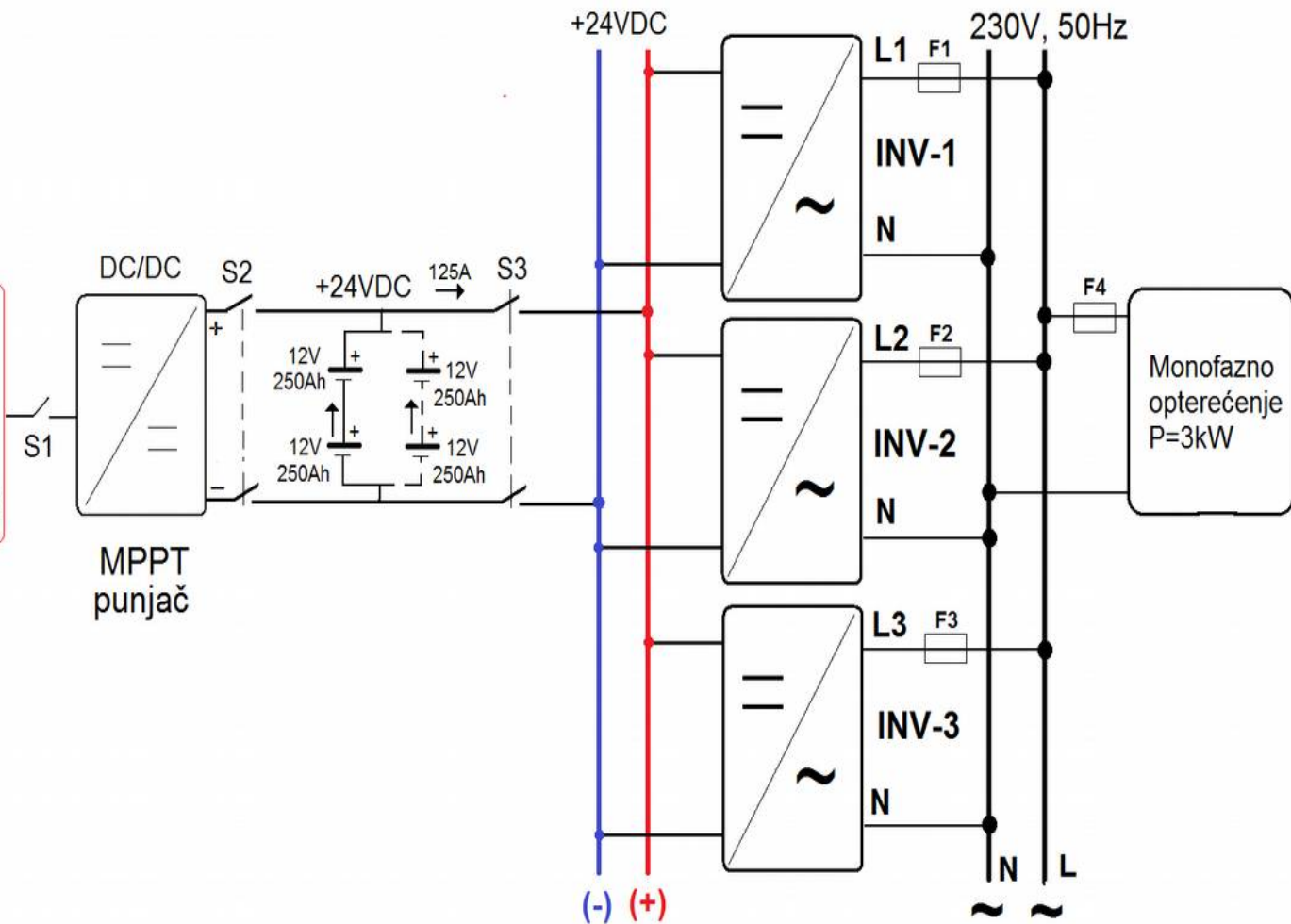


Najveća ušteda 35-40% se postiže u mesecima jun-septembar (a to su meseci kada kada se vrši navodnjavanje!!!)

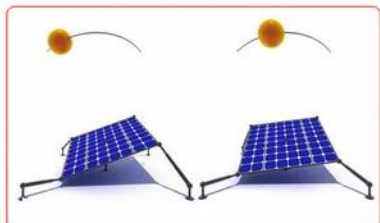
Principska blok šema monofazne izvedbe paralelno spregnutih invertora



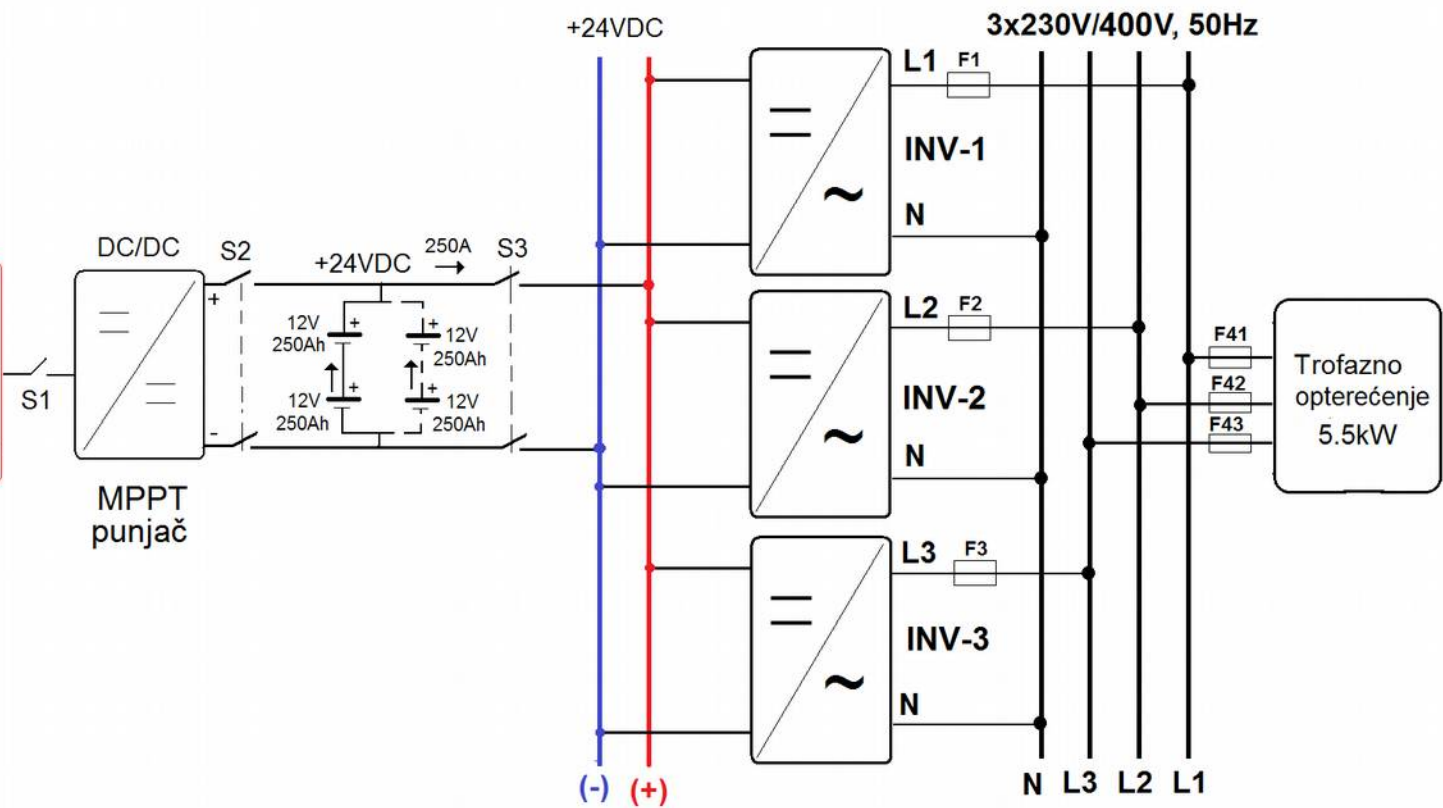
PV paneli sa sistemom za praćenje sunčeve putanje

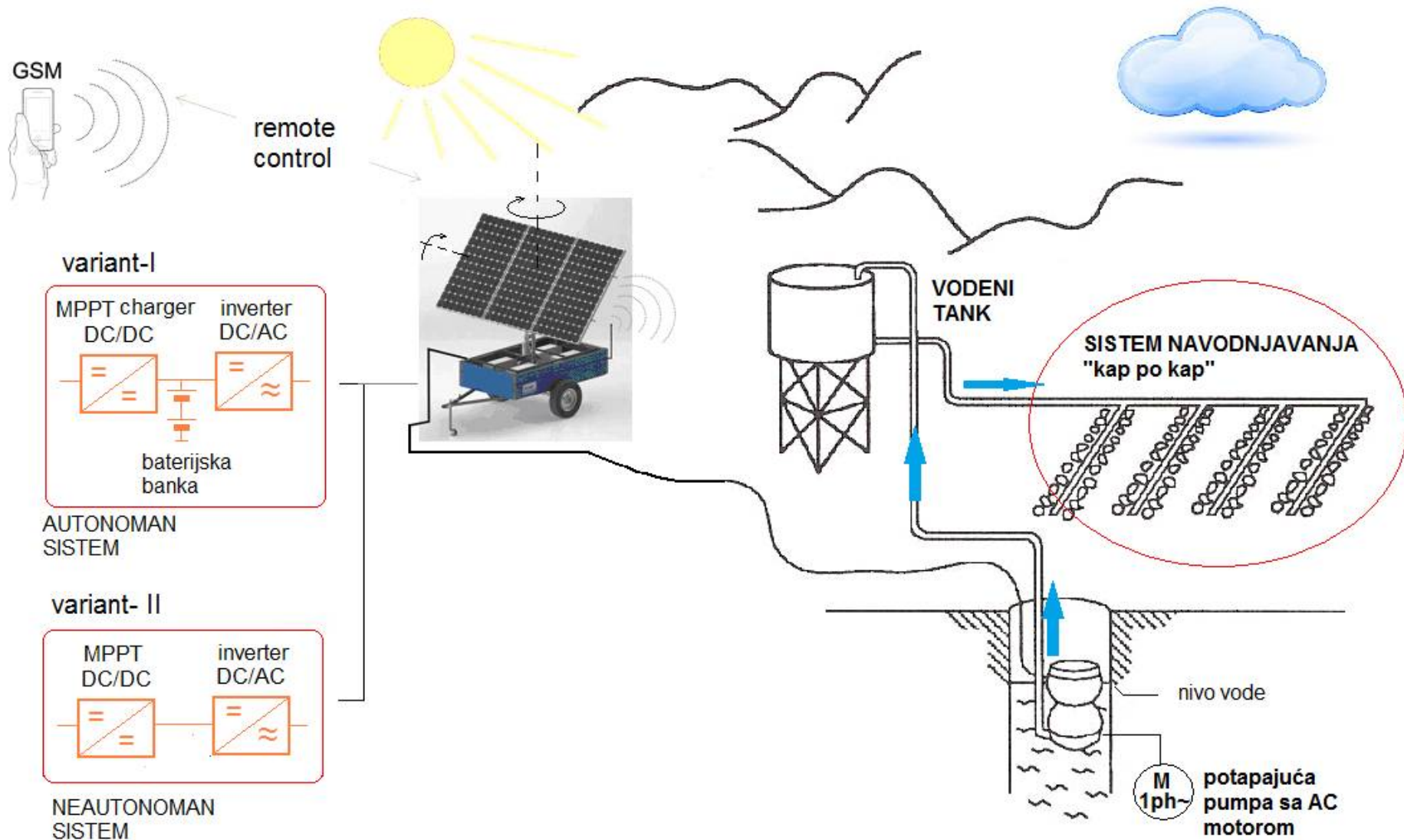


Principijska blok šema trofazne izvedbe sa spregom izlaza invertora u „zvezdu“ sa izvedenim nultim provodnikom



PV paneli sa sistemom za praćenje sunčeve putanje

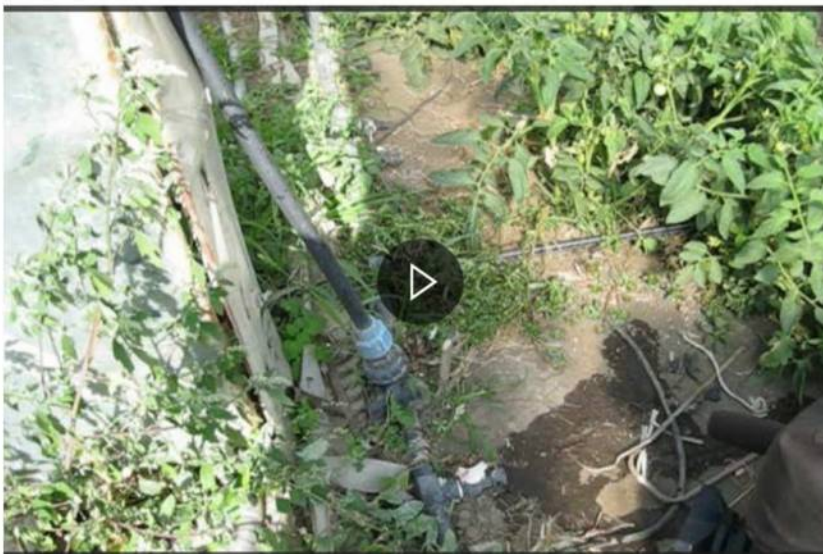




Moguće varijante rada MRSG u sistemima navodnjavanja „kap po kap“



Lokacija 1-Selo Glogonj: Mobilni SEG u transportnom režimu (gore levo); Uređaj u radu (gore desno); Vakum agro-pumpa 2200W, povezana na reni bunar (dole levo); Villager WP35 motorna pumpa na benzinski pogon (dole desno).



Lokacija2-Veliko selo: Mobilni robotizovani SEG u dvorištu poljoprivrednog domaćinstva (gore levo); Platenici sa zasadom paradajza (gore desno); Baštenska Villager pumpa 1500W povezana na sistem zalivanja kap-po kap (dole levo); Cevi sistema za polivanje kap-po kap (dole desno).



Lokacija 3-Glogonj: Reni bunar i vakum pumpa u bašti sa kupusom (gore levo); Solarni uređaj u radu (desno); Umerena osunčanost omogućava takođe rad uređaja (dole levo).



Lokacija 4: Solarni uređaj u radu u Velikom selu (gore levo); Plastenici sa zasadom salate i praziluka na otvorenom (gore desno); Bunar (bazen) korišćen kao izvor vode za navodnjavanje (dole levo); Plastenik sa zasadom salate koji je navodnjava u cilju testiranja uređaja (dole desno).

Primene u stočarstvu i to za slučaj nepristupačnih ruralnih sredina u kojima nije moguće obezbediti neprekidno napajanje električnom energijom.



(a)

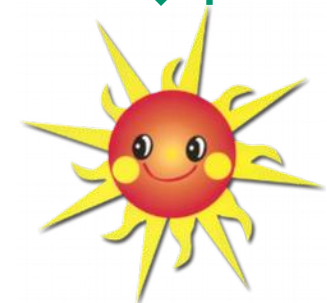


(b)

Moguće varijante primene MSG u stočarstvu; (a) solarna električna čobanica, (b) solarno pojilište



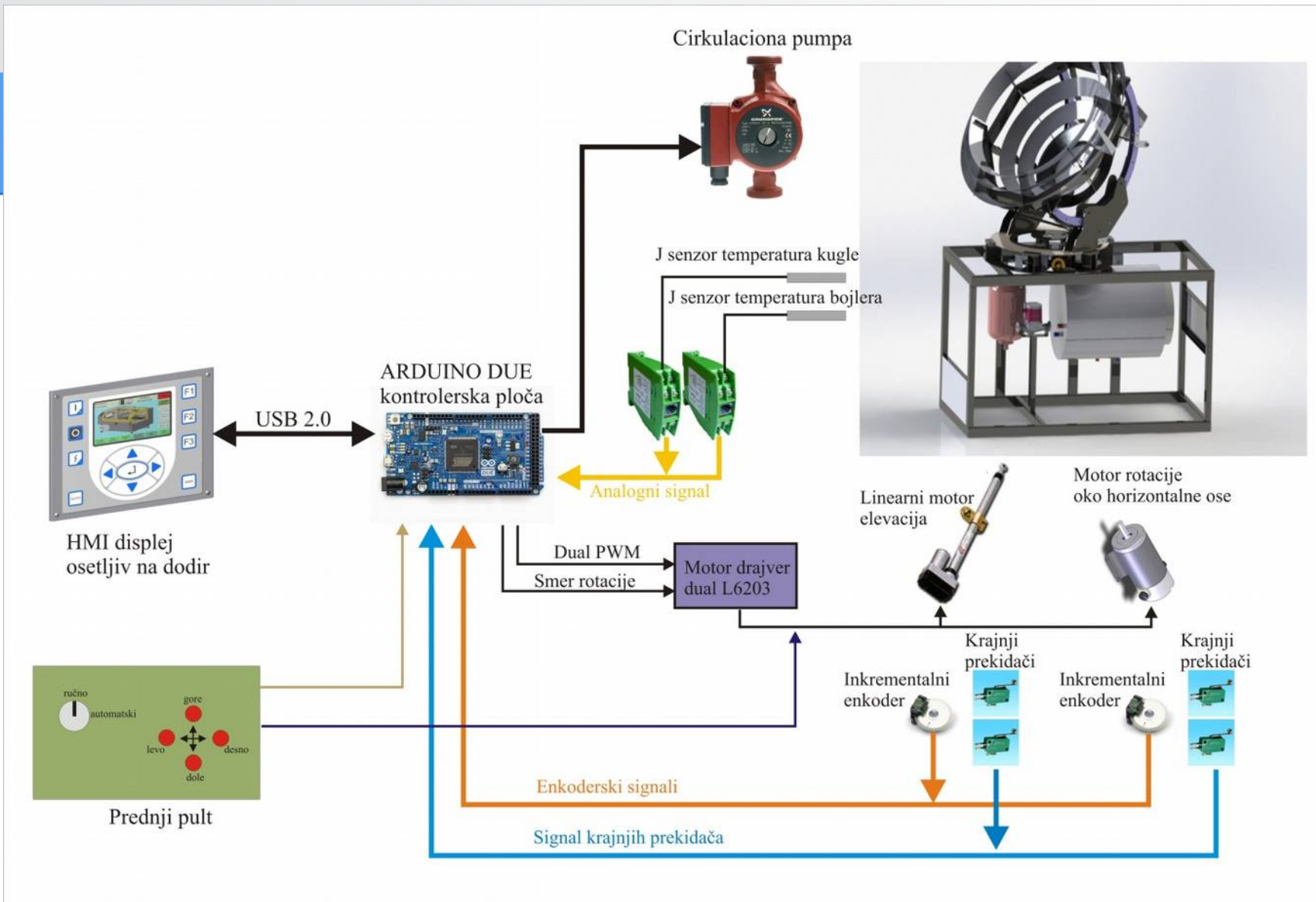
teorija ↔ praksa



SEF- Pančevo

Implementiran dvo-osni sistem za praćenje Sunca
na KONCENTRATORU SUNČEVE ENERGIJE





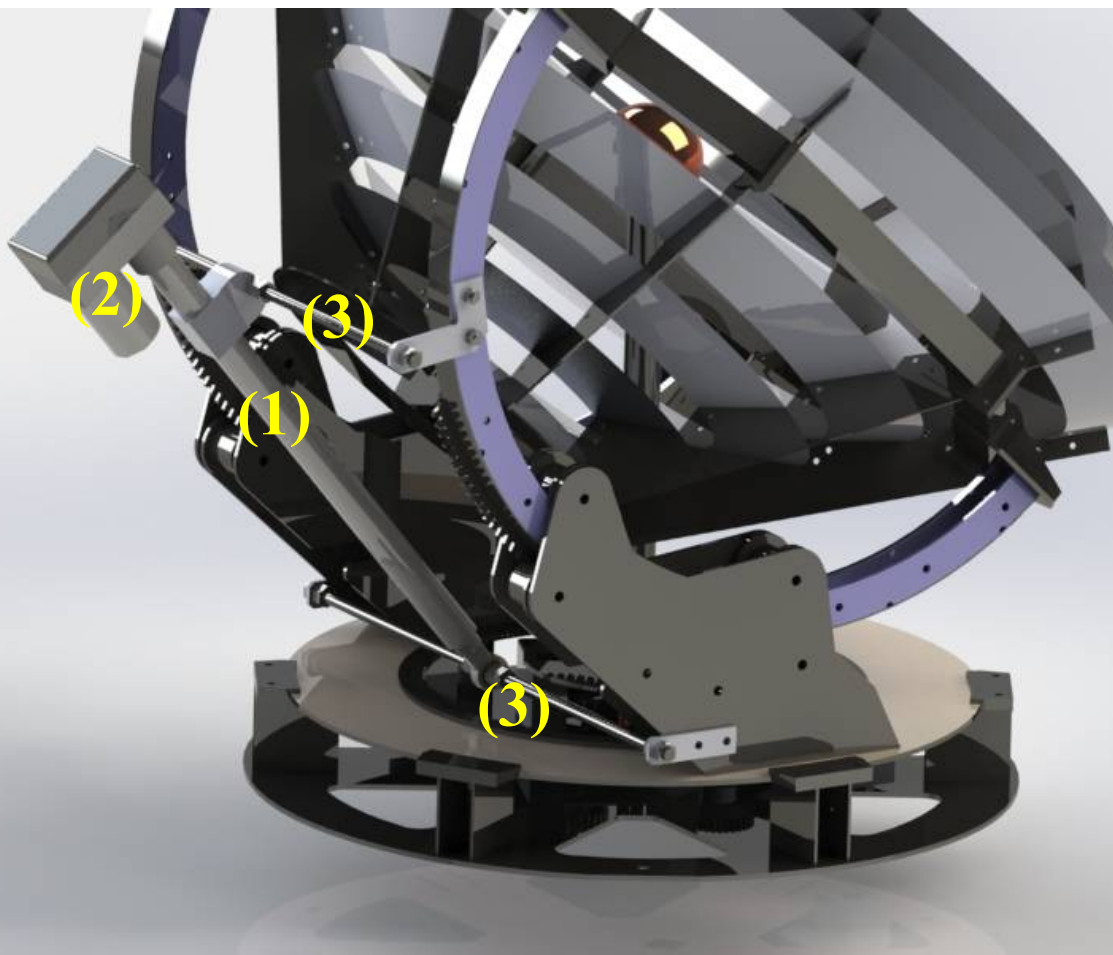
Blok šema upravljačkog uređaja solarnog koncentratora

3D model armature sa ramom i pratećim nosačima



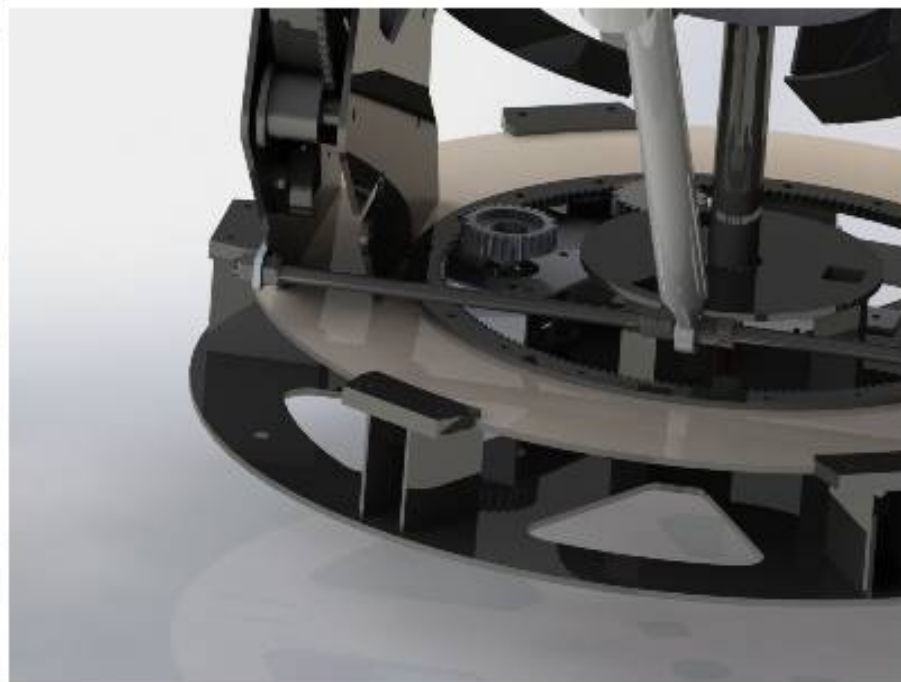
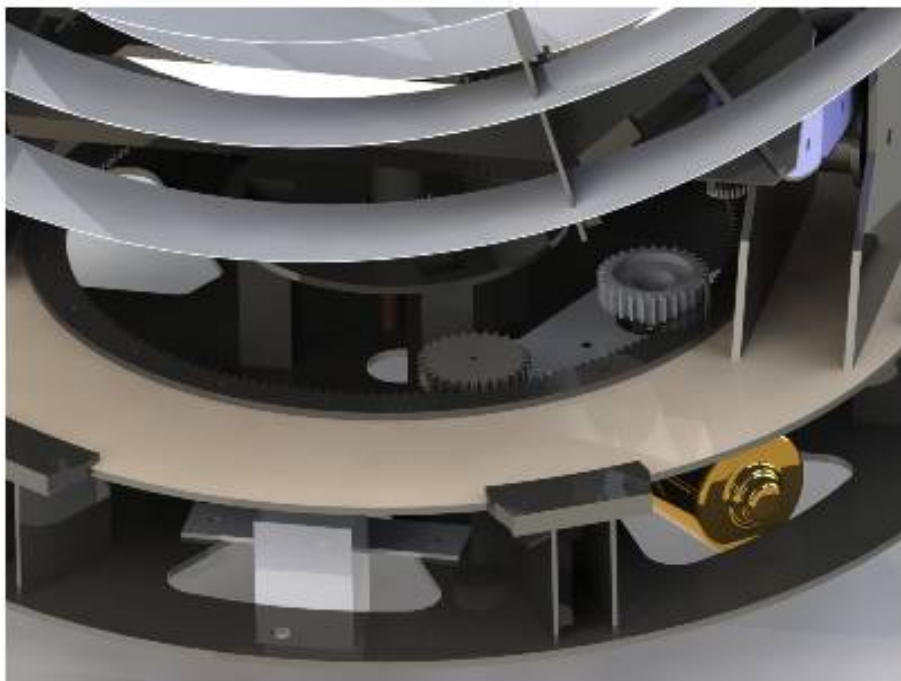
U sistemu su projektovana dva mehanička pogona, koji se sprežu sa odgovarajućim aktuatorima: pogon mehanizma za elevaciju i pogon mehanizma po azimitu.

Mehanizam pogona po elevaciji sa enkoderom



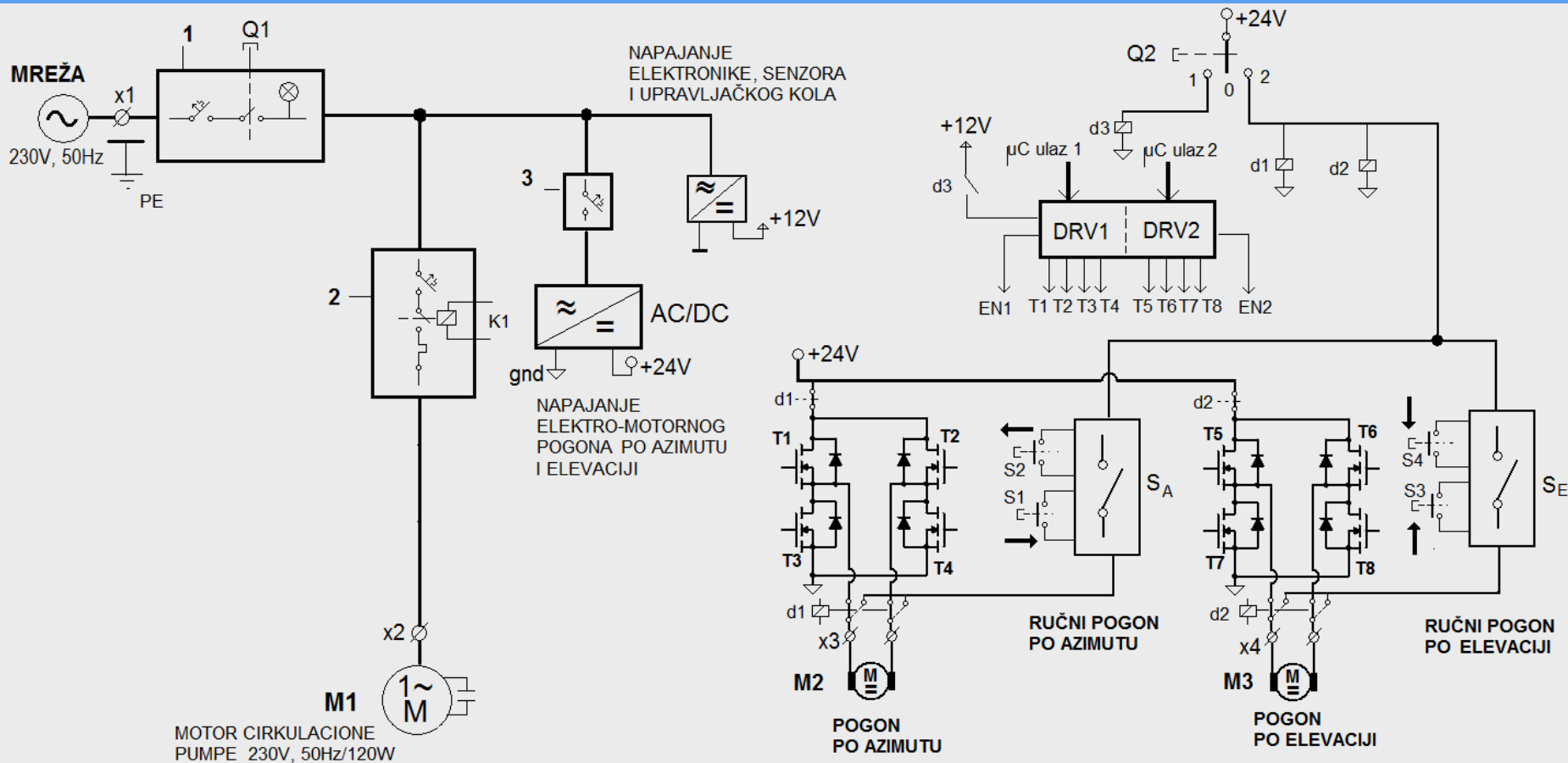
Mehanizam pogona po elevaciji se sastoji od linearnog motora (1) Harl 3618+ u koji je ugrađen optički enkoder (2) i odgovarajućih nosača (3).

Mehanizam za pogon po azimutu sa enkoderom



Mehanizam pogona po azimutu se sastoji od motora sa pužnim prenosom i cilindričnog zupčanika. Cilindrični zupčanik je spregnut sa unutarnjim cilindričnim zupčanicom obrtnog sklopa koncentratora..

Blok šema energetskeg napajanja i elektromotornih pogona solarnog koncentratora



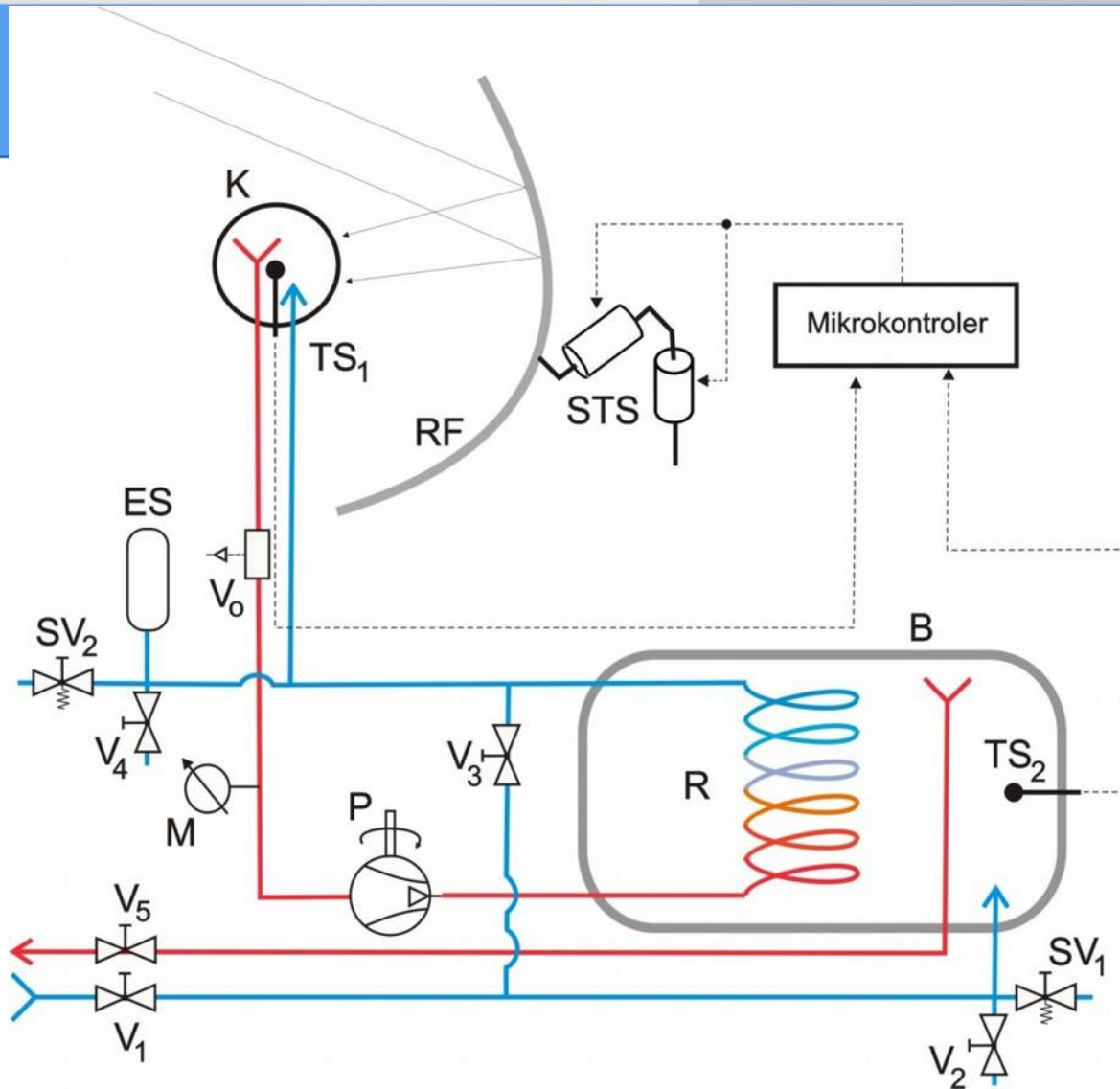
Izbor režima rada RUČNO/AUTOMATSKI

- Na prednjem pultu ormarića uređaja nalazi se izborni preklopnik Ručno/Automatski.
- Ukoliko je preklopnik u režimu Ručno, kontroler ne preduzima nikakvu akciju već na pultu prednjeg panela osetljivog na dodir (HMI uređaj) aktivira opciju unosa parametra rada.
- Ukoliko je pak preklopnik u položaju Automatski, kontroler aktivira sistem za praćenje Sunca na osnovu poslednje upamćenih podataka o položaju uređaja.
- Tokom automatskog praćenja sunčeve trajektorije na ekranu prednjeg panela osetljivog na dodir (HMI uređaj) ispisuju se podaci o temperaturi u kugli i bojleru kao i o tekućim parametrima rada (datum, vreme i geografske koordinate)

Algoritam praćenja putanje Sunca

- Praćenje sunčeve trajektorije je ostvareno HRONOLOŠKI, odnosno na osnovu unetih podataka o datumu i vremenu kao i podataka o geografskoj dužini i geografskoj širini i azimutu u odnosu na geografski sever postavljenog uređaja.
- Kontroler u svojoj internoj memoriji poseduje tabelu podataka o položaju Sunca u zavisnosti od geografske koordinate, doba dana kao i godišnjeg doba.
- Poređenjem ovih podataka iz tabele sa unetim podacima o mestu uređaja, kontroler proračunava zahtevani ugao elevacije i rotacije horizontalne ose sistema ogledala da bi ostvario optimalni položaj sistema sabirnih ogledala koncentratora i tako omogućio prikupljanje maksimalne toplotne energije.

Hidraulična principijelna šema uređaja



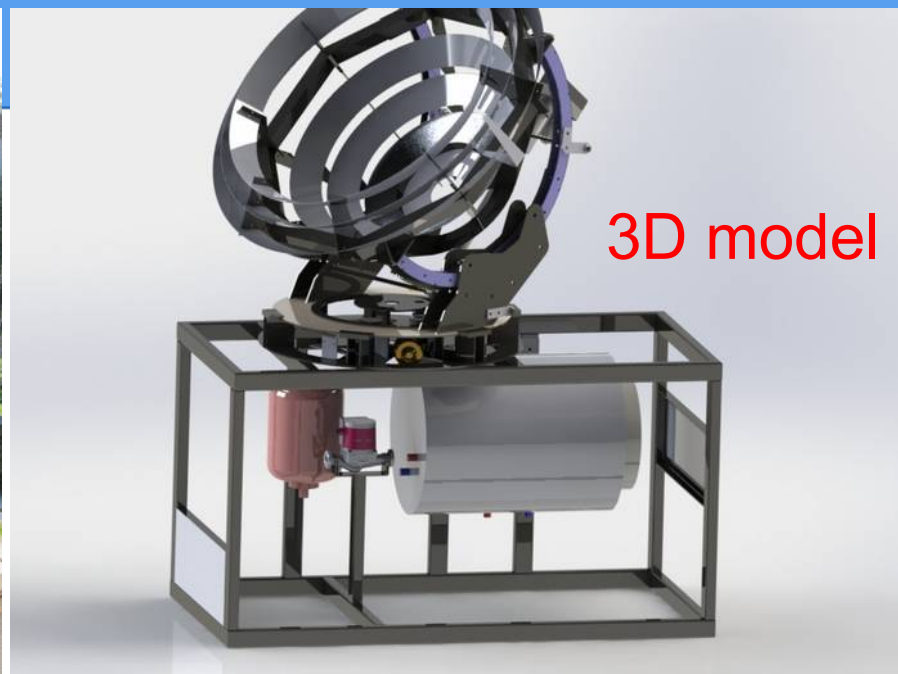
SV – sigurnosni ventil,
V – regulacioni ventil protoka,
Vo – ventil za odzračivanje,
ES – ekspanzioni sud,
TS – termo sonda,
K – kolektor/kugla,
P – cirkulaciona vodena
pumpa,
M – manometar,
R – spiralni razmenjivač
toplote,
B – bojler,
RF – reflektujuća ogledala i
STS – sistem za automatsko
praćenje sunca (engl. *Solar
Tracking System*).

MIKROPROCESORSKI UPRAVLJAČKI SISTEM

- Sistem za dvo-osno praćenje obezbeđuje da Sunčevi zraci uvek padaju pod optimalnim uglom na reflektujuće površine paraboličnog ogledala koncentratora.
- Sa druge strane, termo sonde (TS) mere temperaturu u kolektoru i u skladištu toplote (B).
- Mikrokontroler uređaja, osim toga što upravlja kretanjem ogledala tako što ga usmerava direktno ka suncu kontroliše i temperaturu u sistemu.
- Ukoliko bi temperatura u kolektoru ili skladištu toplote porasla preko granice sigurnosti (recimo $95\text{ }^{\circ}\text{C}$) mikrokontroler bi reagovao tako što bi izdao komandu sistemu za praćenje sunca da okrene ogledala na suprotnu stranu (u senku) čime bi se zaustavio dotok energije a samim tim bi došlo do stagnacije temperature i postepenog hlađenja.
- Prikazani sistem je pilot model jednog većeg po kapacitetu sistema, koji bi umesto bojlera sa razmenjivačem koristio profesionalno skladište toplote od posude koja trpi visoke temperature i više stotina celzijusa. Umesto vode koristila bi se termo-mineralna ulja.

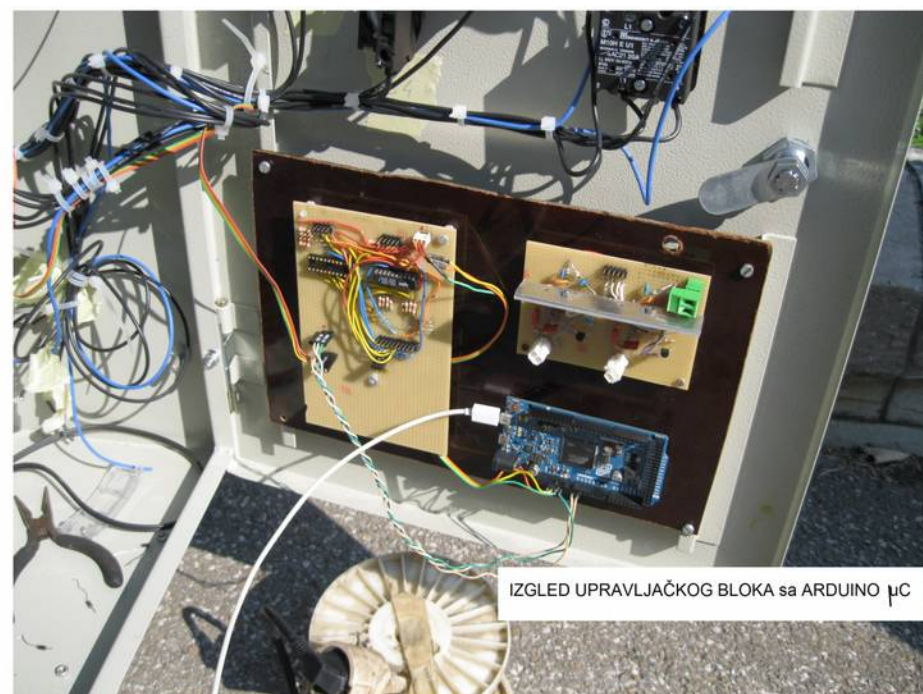


REALIZACIJA



3D model

Izgled unapređenog i realizovanog solarnog koncentrata sa dvoosnim sistemom za praćenje Sunčeve putanje



Izgled energetskog ormara (slika levo) i izgled merno-upravljačkog dela (slika desno) SOLARNOG KONCENTRATORA

DISKUSIJA, PITANJA??



Kula, STŠ M.Pupin
Maj 2017