1. 3b) Nacrtajte u pv dijagramu adijabatsku i izotermnu ekspanziju koje počinju u istoj točci. Da li je mehanički rad promjene volumena veličina stanja i zašto?

2. 3b) Što se događa s entropijom u realnom, a što u idealnom kružnom procesu i kako se mijenja entropija sustava kojemu se oduzima toplina?

3. 3b) Koji su načini povećanja stupnja djelovanja Rankineovog ciklusa?

4. 3b) Što je aktivnost, a što reaktivnost nuklearnog goriva? Kako kontroliramo broj neutrona tijekom rada PWR reaktora?

5. 3b) Navedite vrste geotermalnih elektrana. U čemu je osnovna razlika geotermalne elektrane i toplinske pumpe?

6. 3b) Koji bi tip vodene turbine izabrali za lokaciju gdje je pad vode velik, a protok mali i da li bi tu turbinu svrstali u akcijske ili reakcijske? Koje je osnovno obilježje tlačnog cjevovoda?

7. 3b) Što je vozni red elektrana i čemu služi? Definirajte faktor opterećenja i faktor ravnomjernosti dnevnog dijagrama opterećenja.

8. 3b) Nacrtajte U-I karakteristiku FN ćelije i definirajte faktor punjenja. Zašto FN ćelije spajamo u paralelu, a zašto u seriju?

9. 3b) Navedite bar 3 značajke koje koristimo u karakterizaciji spremnika energije.

10. 3b) Nacrtajte karakteristiku snage vjetroagregata te označite i objasnite karakteristične brzine.

11. 7b) Razmatramo solarni toranj i fotonaponsku elektranu. Ukupno vršno ozračenje na površini zrcala, odnosno fotonaponskih panela iznosi 1200 W/m2 , dok je ukupna godišnja ozračenost na horizontalnu plohu 1500 kWh/m2 . Aktivna površina zrcala, odnosno panela je 10 000 m2 . Faktor pretvorbe sunčeve energije u toplinsku u tornju je 0.5, a stupanj djelovanja Rankineovog kružnog procesa 0.3. Stupanj djelovanja fotonaponskih ćelija je 0.11. Udio direktne komponente sunčevog zračenja je 80%. Izračunaj za obje elektrane:

a) instaliranu električnu snagu,

b) godišnje proizvedenu električnu energiju ako su zrcala i fotonaponski paneli postavljeni pod optimalnim kutom, a povećanje ozračenja na panele i zrcala pod optimalnim kutom iznosi 20%,

c) faktor opterećenja.

12. 7b) U termoelektrani se provodi Rankineov kružni proces s pregrijanom parom. Snaga je turbine 400 MW. Tlak je pare na ulazu u turbinu 8.5 MPa, a temperatura 650 °C (h=3756 kJ/kg, s=7.121 kJ/kgK). Tlak je u kondenzatoru 10kPa. Na tlaku 10 kPa i entropiji 7.121 kJ/kgK specifična entalpija iznosi 2256 kJ/kg. Entalpija vode na izlazu iz kondenzatora je 192 kJ/kg. Unutrašnji stupanj djelovanja turbine iznosi 0.9, a pumpe 0.85. Računati s konstantnim specifičnim volumenom kondenzatora (vode) što ga pojna pumpa vraća u kotao, v = 0.001 m3/kg. Izračunajte:

a) termički stupanj djelovanja Rankineovog kružnog procesa,

b) maseni protok radnog medija.

13. 8b) Derivacijska HE ima instalirani protok od 340 m3/s, a vjerojatnosna krivulja protoka na mjestu zahvata dana je izrazom Q(t) = 500 – 40\*t (m3/s), gdje je vrijeme t iskazano u mjesecima. Zahvat se ostvaruje na 250 m n.m.,a postrojenje se nalazi na 40 m n.m. Na mjestu zahvata visina je vode ispred brane konstantna i iznosi 30 m. Ukupni je stupanj djelovanja elektrane konstantan i iznosi 0.9. Izračunajte:

a) najveću i najmanju snagu hidroelektrane,

b) vjerojatnu godišnju proizvodnju električne energije.

c) faktor opterećenja elektrane.

14. 7b) Idealni plin (cv = 717 J/kgK, R = 287 J/kgK) u zatvorenom spremniku ekspandira iz stanja 1 (500 kPa, 500 K) u stanje 2 (300 kPa, 400 K). Tlak je okolice 100 kPa, a temperatura 300 K. Izračunaj maksimalni rad koji plin obavi prelaskom iz stanja 1 u stanje 2.

15. 9b) Nuklearna elektrana PWR tipa s dvije rashladne petlje ima 121 gorivi element u jezgri. Gorivi element je duljine 3.65 m, tipa 16x16 i ima 21 vodilicu za kontrolne šipke i instrumentaciju. Porast temperature vode u jezgri nuklearnog reaktora je 37 °C. Gustoća vode u primarnom krugu je 750 kg/m3 , a specifični toplinski kapacitet 5.7 kJ/kgK. Volumni protok vode po jednoj petlji je 6.2 m3/s, a porast tlaka na pumpi 750 kPa. Entalpija pojne vode parogeneratora je 990 kJ/kg, a entalpija zasićene vodene pare na ulazu u turbinu 2760 kJ/kg. Termički je stupanj djelovanja Rankineovog kružnog procesa u obe elektrane 0.33. Izračunat:

a) maseni protok hladioca kroz jezgru reaktora,

b) linearnu gustoću snage kroz gorive šipke,

c) maseni protok pare kroz turbinu,

d) toplinsku snagu koja se odvodi iz kondenzatora,

d) masu urana obogaćenja 3% potrebnu za pogon reaktora na srednjem neutronskom toku od 3\*1017 n/m2 s . Udarni je presjek za fisiju 580 barn, a energija oslobođena po fisiji 200 MeV.

16. 6b) Koliko se godišnje može smanjiti ispuštanje CO2 , ako bi se elektrana na ugljen zamijenila elektranom na plin? Elektrana na ugljen ima snagu 250 MWe , faktor opterećenja 0.7, ukupan stupanj djelovanja 37%, a koristi ugljen ogrjevne moći 26 MJ/kg masenog udjela ugljika 80%. Elektrana na plin ima snagu 250 MWe , faktor opterećenja 0.7, ukupan stupanj djelovanja 42%, a koristi prirodni plin ogrjevne moći 33 MJ/m3 masenog udjela metana 100%. Izgaranje je opisano sljedećim kemijskim jednadžbama: C + O2 → CO2 , CH4 + 2O2  → CO2 + 2H2 O. Smanjenje izrazite u t i u %.

17. 4b) Ljevokretnim se kružnim procesom hladi unutrašnjost obiteljske kuće. Uređaj radi stacionarno održavajući temperaturu kuće na temperaturi 23°C u razdoblju kad je temperatura okolice 32°C. Ukoliko iz okolice u kuću prodire 15 kWh toplinske energije na sat, hoće li potrošnja električne energije (za pogon kompresora ljevokretnog kružnog procesa) snage 2kW biti dostatna za stacionarni i jednodimenzionalni rad rashladnog uređaja? Ukoliko je odgovor ''da'' koliki je faktor preobrazbe rashaldnog uređaja? U slučaju da je odgovor ''ne'', odredite minimalnu (teoretsku) snagu električne energije nužnu za rad rashladnog uređaja.

18. 8b) Mjerenjem je na nekoj lokaciji utvrđena sljedeća raspodjela vjetra:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| m/s | 0 | 5 | 8 | 11 | 15 | 20 | 25 |
| % godišnje | 16 | 38 | 23 | 7 | 5 | 3 | 8 |

Na raspolaganju imamo 2 vjetroagregata promjera lopatica 40 m, jedan je građen za nazivnu brzinu vjetra od 8 m/s, a drugi za nazivnu brzinu vjetra od 11 m/s. Vjetroagregat može raditi od 50% nazivne brzine do 200% nazivne brzine. Koji vjetroagregat može teorijski proizvesti više električne energije godišnje? Koliki je faktor opterećenja tog agregata? Kolika je maksimalna teorijska snaga tog agregata? Efikasnost pretvaranja mehaničke energije u električnu je 0.95.

19. 8b) Za neki elektroenergetski sustav poznato je dnevno opterećenje prema podacima u tablici. Potrebno je nacrtati dnevnu krivulju trajanja opterećenja, odrediti iznos varijabilne energije, konstantne energije, dnevno utrošene energije, faktor opterećenja, te vrijeme korištenja maksimalne snage.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t/h | 0-4 | 4-6 | 6-9 | 9-12 | 12-14 | 14-18 | 18-22 | 22-23 | 23-24 |
| P/MW | 800 | 1000 | 1200 | 2000 | 1700 | 1500 | 1700 | 1200 | 800 |

U sustavu se nalaze sljedeće elektrane:

HE1: PHE1n = 200 MW; protočna

HE1: PHE2n = 300 MW; protočna

NE: PNEn = 500 MW; cNE = 15 lp/kWh

TE1: PTE1n = 250 MW; PTE1min = 50 MW; cTE1 = 35 lp/kWh

TE2: PTE2n = 350 MW; PTE2min = 50 MW; cTE1 = 30 lp/kWh

TE3: PTE3n = 450 MW; PTE3min = 100 MW; cTE1 = 25 lp/kWh

a) Ucrtajte u dnevnu krivulju trajanja opterećenja raspored rada elektrana,

b) Koliko sati TE2 radi na snazi većoj od minimalne?

c) Koliko ukupno energije proizvede TE1 ?

d) Nacrtajte aproksimaciju dnevne krivulje trajanja opterećenja pomoću tri pravca uz α = β u istom dijagramu sa dnevnom krivuljom trajanja opterećenja.