

**GUJARAT TECHNOLOGICAL UNIVERSITY**

Diploma Engineering – SEMESTER – 4 (NEW) – EXAMINATION – Winter-2024

**Subject Code: 4346401****Date: 22-11-2024****Subject Name: Solar Photovoltaic****Time: 02:30 PM TO 05:00 PM****Total Marks: 70****Instructions:**

1. Attempt all questions.
2. Make Suitable assumptions wherever necessary.
3. Figures to the right indicate full marks.
4. Use of simple calculators and non-programmable scientific calculators are permitted
5. English version is authentic.

			Marks
<b>Q.1</b>	(a)	List out the advantages and dis-advantages of the solar PV system.	<b>03</b>
પ્રશ્ન.1	(અ)	સૌર ફોટોવોલ્ટેઇક ના ફાયદા અને ગેરફાયદાની યાદી બનાવો.	૦૩
	(b)	Explain the following parameters for Solar PV: (a) Short Circuit current ( $I_{sc}$ ) (b) Open-circuit Voltage ( $V_{oc}$ ) (c) Fill factor (FF) (d) Module efficiency (at STC).	<b>04</b>
	(બ)	સોલર પીવી માટે નીચેના પરિમાણો સમજાવો: (a) શોર્ટ સર્કિટ કરંટ ( $I_{sc}$ ) (b) ઓપન-સર્કિટ વોલ્ટેજ ( $V_{oc}$ ) (c) ફિલ ફેક્ટર (FF) (d) મોડ્યુલ કાર્યક્ષમતા (STC પર).	૦૪
	(c)	Explain the working principle and construction of basic pyrheliometer instrument for measuring solar radiation.	<b>07</b>
	(ક)	સૌર કિરણોત્સર્ગને માપવા માટે મૂળભૂત પાયરેલિઓમીટરના કાર્ય સિદ્ધાંત અને બાંધકામ સમજાવો.	૦૭
		<b>OR</b>	
	(c)	Explain the solar power curve and sketch the approximate curve throughout the day for the following PV configurations (considering a site location in the Northern Hemisphere): (a) South-facing (b) East-west facing (c) Dual-axis tracker	<b>07</b>
	(ક)	સૌર ઉર્જા કર્વ સમજાવો અને નીચેના પીવી રૂપરેખાંકનો (ઉત્તરી ગોળાર્ધમાં સાઇટના સ્થાનને ધ્યાનમાં રાખીને) માટે સમગ્ર દિવસ દરમિયાન અંદાજિત કર્વ ને સ્કેચ કરો: (a) દક્ષિણ-મુખી (b) પૂર્વ-પશ્ચિમ તરફ (c) ટ્વિ-અક્ષ ટ્રેકર.	૦૭
<b>Q.2</b>	(a)	State the key characteristics of monocrystalline and polycrystalline silicon solar cells, and how do they differ in terms of efficiency and cost?	<b>03</b>
પ્રશ્ન.2	(અ)	મોનોક્રિસ્ટાલિન અને પોલીક્રિસ્ટલાઇન સિલિકોન સૌર સેલની મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ જણાવો, અને તેઓ કાર્યક્ષમતા અને ખર્ચની દ્રષ્ટિએ કેવી રીતે અલગ પડે છે?	૦૩
	(b)	Consider a solar cell with the following characteristics: • Short-circuit current ( $I_{sc}$ ): 5.5 A	<b>04</b>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Open-circuit voltage (<math>V_{oc}</math>): 0.6 V</li> <li>Maximum power point voltage (<math>V_m</math>): 0.5 V</li> <li>Maximum power point current (<math>I_m</math>): 5.0 A</li> </ul> <p>Calculate the following parameters:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Maximum Power Output (<math>P_{max}</math>)</li> <li>Fill Factor (FF)</li> </ol>	
	(બ)	<p>નીચે દર્શાવેલી સૌર સેલની લાક્ષણિકતાઓ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>શોર્ટ-સર્કિટ કરંટ (<math>I_{sc}</math>): 5.5 A</li> <li>ઓપન-સર્કિટ વોલ્ટેજ (<math>V_{oc}</math>): 0.6 V</li> <li>મહત્તમ પાવર પોઇન્ટ વોલ્ટેજ (<math>V_m</math>): 0.5 V</li> <li>મહત્તમ પાવર પોઇન્ટ કરંટ (<math>I_m</math>): 5.0 A</li> </ul> <p>નીચેના પરિમાણોની ગણતરી કરો:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>મહત્તમ પાવર આઉટપુટ (<math>P_{max}</math>)</li> <li>ફિલ ફેક્ટર (FF)</li> </ol>	૦૪
	(c)	Explain the effects of temperature and illumination on the IV characteristics of a solar cell. Additionally, explain how the fill factor (FF) is related to the IV curve.	07
	(ક)	સૌર સેલની IV લાક્ષણિકતાઓ પર તાપમાન અને પ્રકાશની અસરો સમજાવો. વધુમાં ફિલ ફેક્ટર (FF) IV કર્વ સાથે કેવી રીતે સંબંધિત છે તે સમજાવો.	૦૭
		<b>OR</b>	
Q.2	(a)	List out the main differences between perovskite solar cells and crystalline silicon solar cells?	03
પ્રશ્ન.2	(અ)	પેરોવસ્કાઇટ સોલાર સેલ્સ અને ક્રિસ્ટલિન સિલિકોન સોલાર સેલ્સ વચ્ચેના મુખ્ય તફાવતોની યાદી આપો?	૦૩
	(b)	<p>Consider a solar cell with the following specifications:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Short-circuit current (<math>I_{sc}</math>): 4.2 A</li> <li>Open-circuit voltage (<math>V_{oc}</math>): 0.65 V</li> <li>Maximum power point voltage (<math>V_m</math>): 0.55 V</li> <li>Maximum power point current (<math>I_m</math>): 3.8 A</li> </ul> <p>Calculate the following parameters:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Fill Factor (FF)</li> <li>Percentage Efficiency (<math>\eta</math>), given that the incident solar power is 20 W</li> </ol>	04
	(બ)	<p>આગામી સ્પષ્ટીકરણો ધરાવતી સોલાર સેલ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>શોર્ટ-સર્કિટ કરંટ (<math>I_{sc}</math>): 4.2 A</li> <li>ઓપન-સર્કિટ વોલ્ટેજ (<math>V_{oc}</math>): 0.65 V</li> <li>મેક્સિમમ પાવર પોઇન્ટ વોલ્ટેજ (<math>V_m</math>): 0.55 V</li> <li>મેક્સિમમ પાવર પોઇન્ટ કરંટ (<math>I_m</math>): 3.8 A</li> </ul> <p>અગાઉ આપેલ પરિમાણો માટે ગણના કરો:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ફિલ ફેક્ટર (FF)</li> <li>મહત્તમ કાર્યક્ષમતા (<math>\eta</math>), જો ઇન્પુટ સોલાર પાવર 20 W છે</li> </ol>	૦૪
	(c)	Explain how series and shunt resistances influence the shape of the VI curve of a solar cell. Additionally, explain how the fill factor (FF) is related to the shape of the IV curve.	07
	(ક)	શ્રેણી અને શંટ રેસિસ્ટન્ટ સૌર કોષના VI વળાંકના આકારને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે તે સમજાવો. વધુમાં, ફિલ ફેક્ટર (FF) IV વળાંકના આકાર સાથે કેવી રીતે સંબંધિત છે તે સમજાવો.	૦૭

Q. 3	(a)	List the primary components of a photovoltaic (PV) system and explain the role each component plays in the overall system.	03																												
પ્રશ્ન.3	(અ)	ફોટોવોલ્ટેઇક (PV) સિસ્ટમના પ્રાથમિક ઘટકોની યાદી બનાવો અને એકંદર સિસ્ટમમાં દરેક ઘટકની ભૂમિકા સમજાવો.	૦૩																												
	(b)	List the common environmental challenges faced by PV systems and explain how they can be mitigated to ensure long-term performance.	04																												
	(બ)	PV સિસ્ટમો દ્વારા સામનો કરવામાં આવતા સામાન્ય પર્યાવરણીય પડકારોની યાદી બનાવો અને લાંબા ગાળાની કામગીરી સુનિશ્ચિત કરવા તેમને કેવી રીતે હળવી કરી શકાય તે સમજાવો.	૦૪																												
	(c)	<p>The residential off-grid solar PV system has a daily electrical consumption tabulated below:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Load</th> <th>Power rating (W)</th> <th>Qty.</th> <th>Hours/Day</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Light bulb</td> <td>40</td> <td>8</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Refrigerator</td> <td>200</td> <td>1</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Television</td> <td>120</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Ceiling fan</td> <td>100</td> <td>7</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Washing machine</td> <td>500</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Water pump</td> <td>1600</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>The location receives an average of 7 hours of usable sunlight per day (consider average of 400W/m<sup>2</sup> irradiance each hour). Considering a lead-acid battery with a depth of discharge (DoD) of 50% and an efficiency of 85%, calculate the capacity of the solar PV system and battery (in Ah) required.</p> <p><b>Assumptions:</b> Module efficiency = 15%, overall PV system loss=20%.</p>	Load	Power rating (W)	Qty.	Hours/Day	Light bulb	40	8	5	Refrigerator	200	1	15	Television	120	2	4	Ceiling fan	100	7	10	Washing machine	500	1	2	Water pump	1600	2	1	07
Load	Power rating (W)	Qty.	Hours/Day																												
Light bulb	40	8	5																												
Refrigerator	200	1	15																												
Television	120	2	4																												
Ceiling fan	100	7	10																												
Washing machine	500	1	2																												
Water pump	1600	2	1																												
	(ક)	<p>રેસિડેન્શિયલ ઓફ-ગ્રીડ સોલર પીવી સિસ્ટમમાં દૈનિક વિદ્યુત વપરાશ નીચે ટેબ્યુલેટેડ છે:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Load</th> <th>Power rating (W)</th> <th>Qty.</th> <th>Hours/Day</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Light bulb</td> <td>40</td> <td>8</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Refrigerator</td> <td>200</td> <td>1</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Television</td> <td>120</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Ceiling fan</td> <td>100</td> <td>7</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Washing machine</td> <td>500</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Water pump</td> <td>1600</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>આ સ્થાન દરરોજ સરેરાશ 7 કલાકનો ઉપયોગ કરી શકાય એવો સૂર્યપ્રકાશ મેળવે છે (દર કલાકે સરેરાશ 400W/m<sup>2</sup> વિકિરણ ધ્યાનમાં લો). 50% ડિસ્ચાર્જ (DoD) ની ઊંડાઈ અને 85% ની કાર્યક્ષમતા સાથે લીડ-એસિડ બેટરીને ધ્યાનમાં લેતા, સોલર પીવી સિસ્ટમ અને બેટરી (Ah માં) ની ક્ષમતાની ગણતરી કરો.</p> <p>ધારણાઓ: મોડ્યુલ કાર્યક્ષમતા = 15%, એકંદર PV સિસ્ટમ નુકશાન = 20%.</p>	Load	Power rating (W)	Qty.	Hours/Day	Light bulb	40	8	5	Refrigerator	200	1	15	Television	120	2	4	Ceiling fan	100	7	10	Washing machine	500	1	2	Water pump	1600	2	1	૦૯
Load	Power rating (W)	Qty.	Hours/Day																												
Light bulb	40	8	5																												
Refrigerator	200	1	15																												
Television	120	2	4																												
Ceiling fan	100	7	10																												
Washing machine	500	1	2																												
Water pump	1600	2	1																												
		<b>OR</b>																													
Q. 3	(a)	Explain the role of charge controllers in managing battery charging.	03																												

પ્રશ્ન.3	(અ)	બેટરી યાર્જિંગના સંચાલનમાં યાર્જ નિયંત્રકોની ભૂમિકા સમજાવો.	૦૩
	(b)	Explain the configuration of PV panels in an array and the reasons behind it (consider any PV capacity as case study). Also, explain the types of connectors and their properties used in creating the array.	04
	(બ)	એરેમાં PV પેનલ્સનું કોનફીગીરેશન અને તેની પાછળના કારણો સમજાવો (કેસ સ્ટડી તરીકે કોઈપણ PV ક્ષમતાને ધ્યાનમાં લો). ઉપરાંત, એરે બનાવવા માટે વપરાતા કનેક્ટર્સના પ્રકારો અને તેમના પ્રોપર્ટીસ સમજાવો.	૦૪
	(c)	A solar PV system for a residential building with an average monthly energy consumption of 1200 kWh. The location receives an average of 4.5 kwh/m <sup>2</sup> insolation. Calculate (a) the minimum capacity of the solar PV system, (b) number of PV modules and (c) area required for installation to meet the energy demand of the building. <u>Consideration:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PV module capacity: 500 W<sub>p</sub></li> <li>• PV module efficiency:18%</li> <li>• Combined Inverter and DC/AC wiring efficiency: 90%</li> <li>• Losses due to wiring, shading, temperature and other factors: 15%</li> </ul>	07
	(ક)	1200 kWh ની સરેરાશ માસિક ઊર્જા વપરાશ સાથે રહેણાંક મકાન માટે સૌર PV સિસ્ટમ. સ્થાન સરેરાશ 4.5 kwh/m <sup>2</sup> ઇન્સોલેશન મેળવે છે. ગણતરી કરો (a) સૌર PV સિસ્ટમની ન્યૂનતમ ક્ષમતા, (b) PV મોડ્યુલોની સંખ્યા અને (c) બિલ્ડિંગની ઊર્જાની માંગને પહોંચી વળવા માટે ઇન્સ્ટોલેશન માટે જરૂરી વિસ્તાર. વિચારણા: <ul style="list-style-type: none"> <li>• PV મોડ્યુલ ક્ષમતા: 500 W<sub>p</sub></li> <li>• પીવી મોડ્યુલ કાર્યક્ષમતા: 18%</li> <li>• સંયુક્ત ઇન્વર્ટર અને DC/AC વાયરિંગ કાર્યક્ષમતા: 90%</li> <li>• વાયરિંગ, શેડિંગ, તાપમાન અને અન્ય પરિબલોને કારણે નુકસાન: 15%</li> </ul>	૦૭
Q. 4	(a)	List out the specialized tools required for maintenance of PV systems	03
પ્રશ્ન.4	(અ)	PV સિસ્ટમની મેન્ટેનેન્સ માટે જરૂરી વિશિષ્ટ સાધનોની યાદી બનાવો	૦૩
	(b)	List the factors to ensure proper electrical connections and adherence to electrical codes.	04
	(બ)	યોગ્ય વિદ્યુત જોડાણો અને વિદ્યુત કોડનું પાલન સુનિશ્ચિત કરવા પરિબલોની યાદી બનાવો.	૦૪
	(c)	Explain the sequential technical steps one should perform if a solar PV system has stopped producing power.	07
	(ક)	જો સોલાર પીવી સિસ્ટમે પાવર ઉત્પન્ન કરવાનું બંધ કરી દીધું હોય તો ક્રમિક ટેકનિકલ પગલાંઓ સમજાવો.	૦૭
		<b>OR</b>	
Q. 4	(a)	Describe the importance of regular cleaning and inspection of PV system components.	03
પ્રશ્ન.4	(અ)	PV સિસ્ટમ ઘટકોની નિયમિત સફાઈ અને નિરીક્ષણના મહત્વનું વર્ણન કરો.	૦૩
	(b)	List out the routine maintenance tasks for solar PV system.	04
	(બ)	સૌર પીવી સિસ્ટમ માટે નિયમિત મેન્ટેનેન્સ કાર્યોની યાદી બનાવો.	૦૪

	(c)	Explain the different steps and checks necessary for an electrical inspector to ensure that all components of a PV system are functioning correctly prior to commissioning.	07
	(ક)	વિદ્યુત નિરીક્ષક માટે જરૂરી વિવિધ પગલાઓ અને તપાસો સમજાવો કે તે સુનિશ્ચિત કરવા માટે કે પીવી સિસ્ટમના તમામ ઘટકો કમિશનિંગ પહેલાં યોગ્ય રીતે કાર્ય કરી રહ્યાં છે.	૦૭
Q.5	(a)	List at least 8 solar PV mega parks, specifying the state name in India, with their approximate capacities.	03
પ્રશ્ન.5	(અ)	ઓછામાં ઓછા 8 સોલાર પીવી મેગા પાર્કની યાદી બનાવો, તેમની અંદાજિત ક્ષમતાઓ સાથે ભારતમાં રાજ્યના નામનો ઉલ્લેખ કરો.	૦૩
	(b)	List the different types of mounting systems for PV panels and explain the factors that influence the choice of mounting system.	04
	(બ)	PV પેનલ્સ માટે વિવિધ પ્રકારની માઉન્ટિંગ સિસ્ટમ્સની યાદી બનાવો અને માઉન્ટિંગ સિસ્ટમની પસંદગીને પ્રભાવિત કરતા પરિબલોને સમજાવો.	૦૪
	(c)	Explain the objective of the 'PM KUSUM Scheme' in India. Explain the features of Component A and Component B of this scheme.	07
	(ક)	ભારતમાં 'PM કુસુમ યોજના'નો ઉદ્દેશ્ય સમજાવો. આ યોજનાના ઘટક A અને ઘટક B ની વિશેષતાઓ સમજાવો.	૦૭
		<b>OR</b>	
Q.5	(a)	Explain the features and advantages of the 'Feeder Level Solarization Scheme' in India, and describe the incentive schemes offered by CFA for different states.	03
પ્રશ્ન.5	(અ)	ભારતમાં 'ફીડર લેવલ સોલારાઇઝેશન સ્કીમ'ની વિશેષતાઓ અને ફાયદાઓ સમજાવો, અને વિવિધ રાજ્યો માટે CFA દ્વારા ઓફર કરવામાં આવતી પ્રોત્સાહક યોજનાઓનું વર્ણન કરો.	૦૩
	(b)	List the steps to be followed for the proper and safe installation of a ground-mounted, fixed-tilt PV structure.	04
	(બ)	ગ્રાઉન્ડ-માઉન્ટેડ, ફિક્સ્ડ-ટિલ્ટ પીવી સ્ટ્રક્ચરના યોગ્ય અને સલામત ઇન્સ્ટોલેશન માટે અનુસરવાના પગલાંઓની સૂચિ બનાવો	૦૪
	(c)	Explain in brief the key features of the parameters mentioned below for Gujarat's Grid-Connected Solar Rooftop Program (2024): (a) Net metering (b) Subsidy support for domestic and commercial (c) Eligibility and (d) PV Capacity limit.	07
	(ક)	ગુજરાતના ગ્રીડ-કનેક્ટેડ સોલાર રૂફટોપ પ્રોગ્રામ (2024) માટે નીચે દર્શાવેલ પરિમાણોની મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓને ટૂંકમાં સમજાવો: (a) નેટ મીટરિંગ (b) ઘરેલું અને વ્યાપારી માટે સબસિડી સપોર્ટ (c) પાત્રતા અને (d) PV ક્ષમતા મર્યાદા.	૦૭