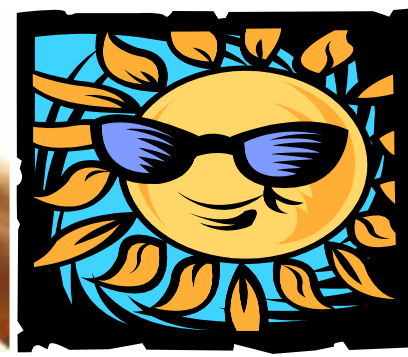
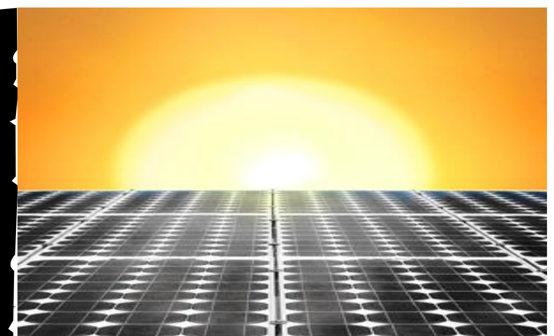
“Performance and feasibility assessment of a 1.4 kW roof top grid-connected photovoltaic power system





Dr. Hussein A Kazem

Chair of the Renewable Energy & Sustainable Technology Research Group

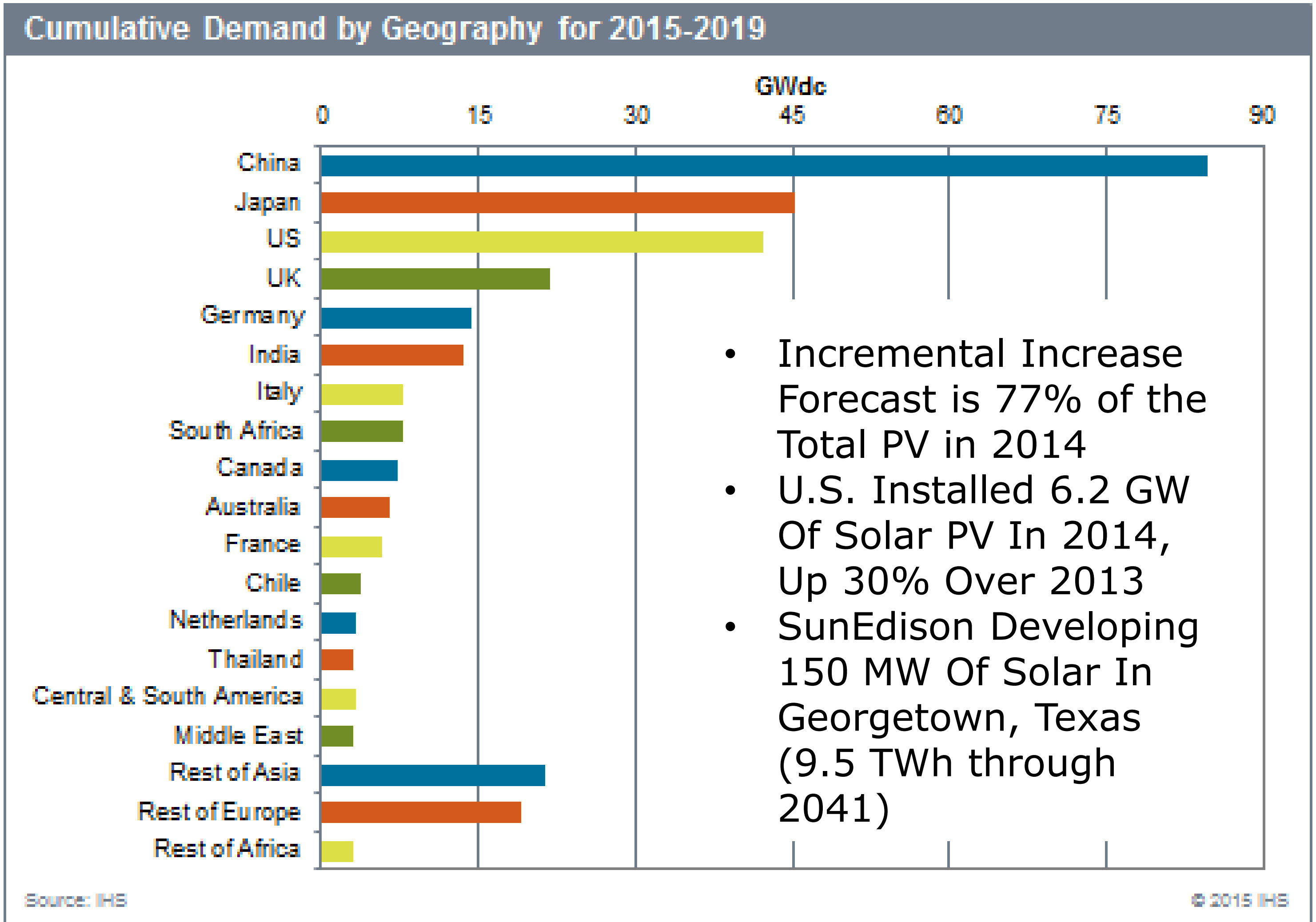
Associate Professor-Sohar University, Oman

Visitor Member of Staff- Newcastle University, UK

Visiting Scientist – UKM, Malaysia

Pioneer of WREN

Global PV Forecast – 498 GW in 2019



- Incremental Increase Forecast is 77% of the Total PV in 2014
- U.S. Installed 6.2 GW Of Solar PV In 2014, Up 30% Over 2013
- SunEdison Developing 150 MW Of Solar In Georgetown, Texas (9.5 TWh through 2041)

Could PV electricity be cheapter than new nuclear ?

109 EUR/MWh

Hinkley Point - UK

80 EUR/MWh

Fraunhofer ISE – Central Germany – Cheapest utility-scale

EPIA

IEA Report Predicts Solar Power Domination by 2050 (Report Oct. 2014)

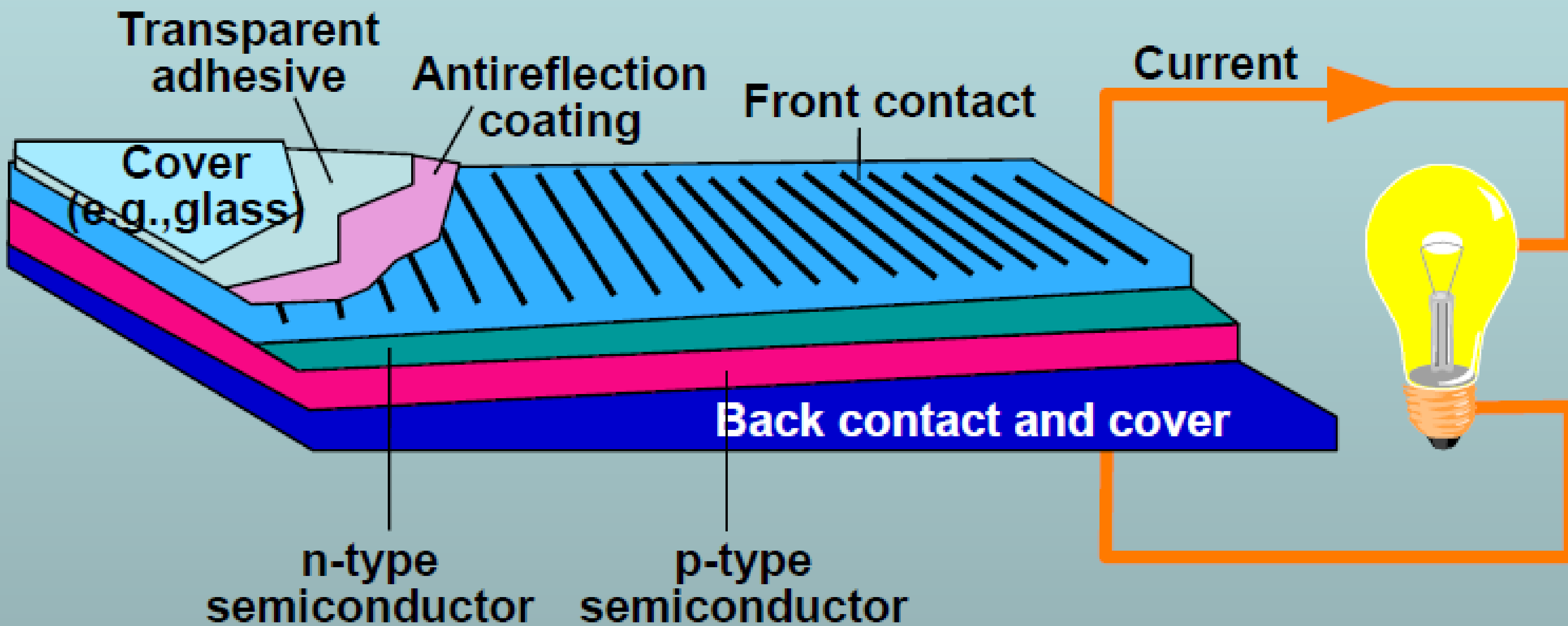
- PV could generate as much as 16 percent of the world's electricity by mid-century
- Solar thermal electricity generated by CSP could account for another 11 percent
- PV and CSP could cut annual carbon dioxide emissions by more than 6 billion tonnes with worldwide installation of 4,600 GW of PV capacity by 2050
- Worldwide PV capacity had surpassed 150 GW and the IEA reports an estimated 100 MW of capacity being installed on a daily basis throughout 2014
- IEA predicts the cost of PV decrease of 50-65% by 2050

Why Solar Energy and Solar Cells?

- Advantages of solar energy and solar cells
  - Solar Energy
    - Free
    - Essentially unlimited
    - Not localized
  - Solar Cells (PV)
    - Direct conversion of sunlight
    - No pollution
    - No waste or heat disposal
    - No noise: Sun doesn’t make any noise
    - No transmission losses: On-site installation

Source, Kyung Sun Ryu, Georgia Tech

Solar Energy Processes

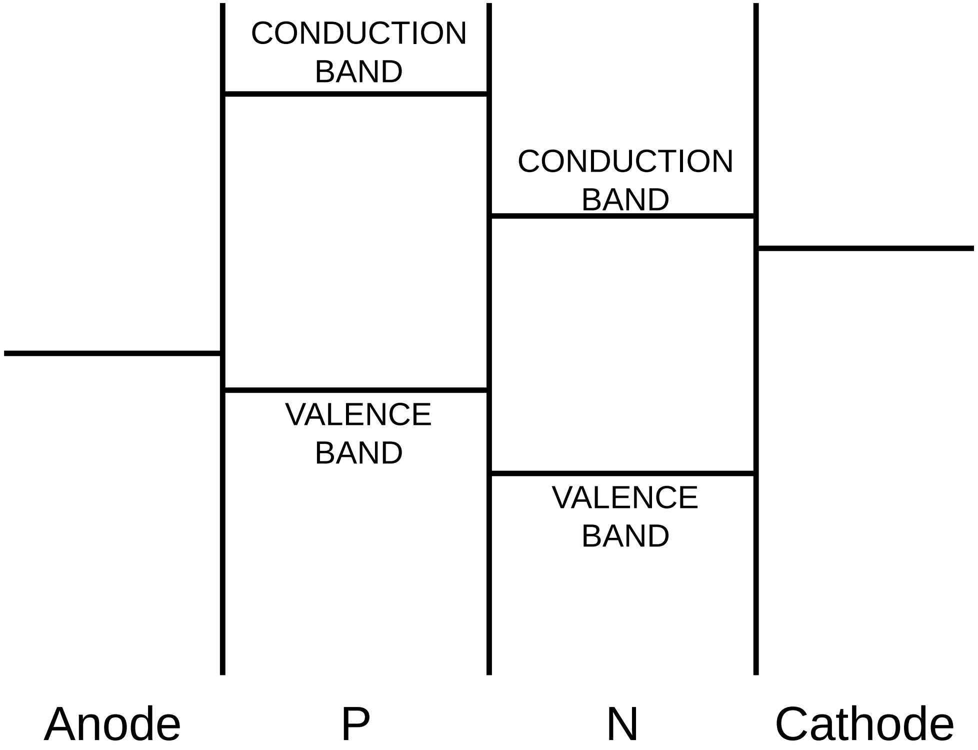


$$\text{Solar cell efficiency (\%)} = \frac{\text{Power out (W)} \times 100\%}{\text{Area (m}^2\text{)} \times 1000\ \text{W/m}^2}$$

10% efficiency = 100 W/m² or 10 W/ft²

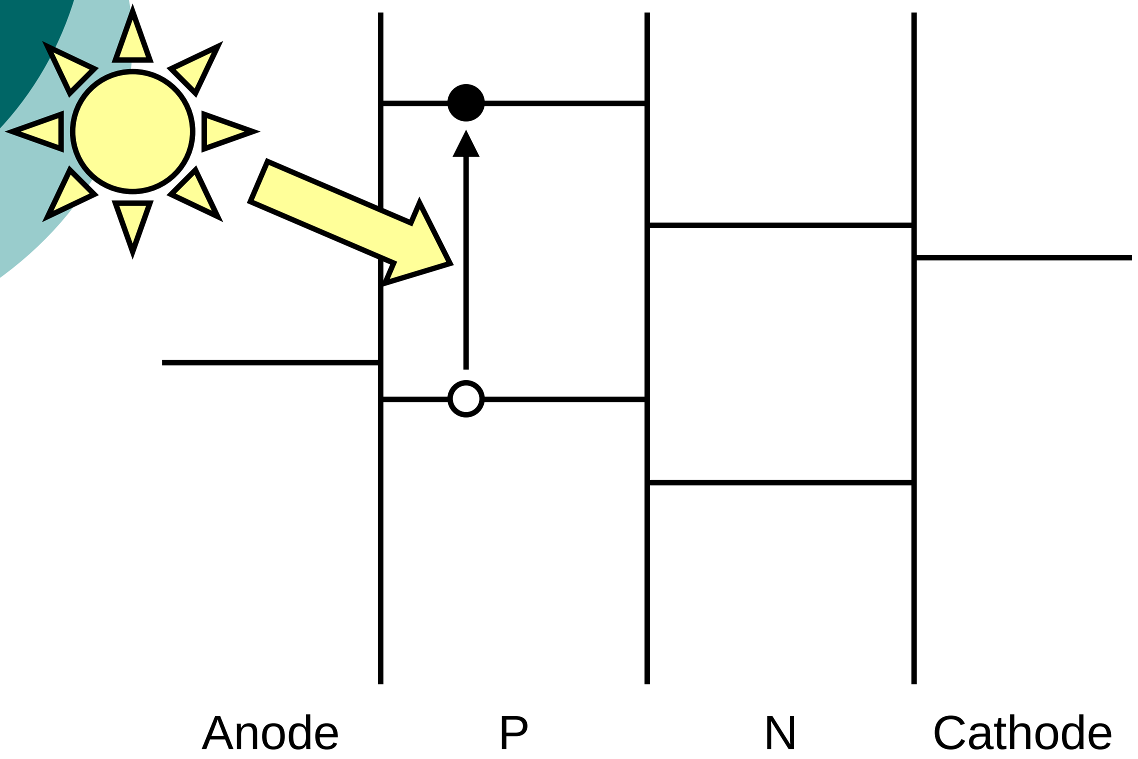
Source: Tom Surek

Simple Energy Level Diagram

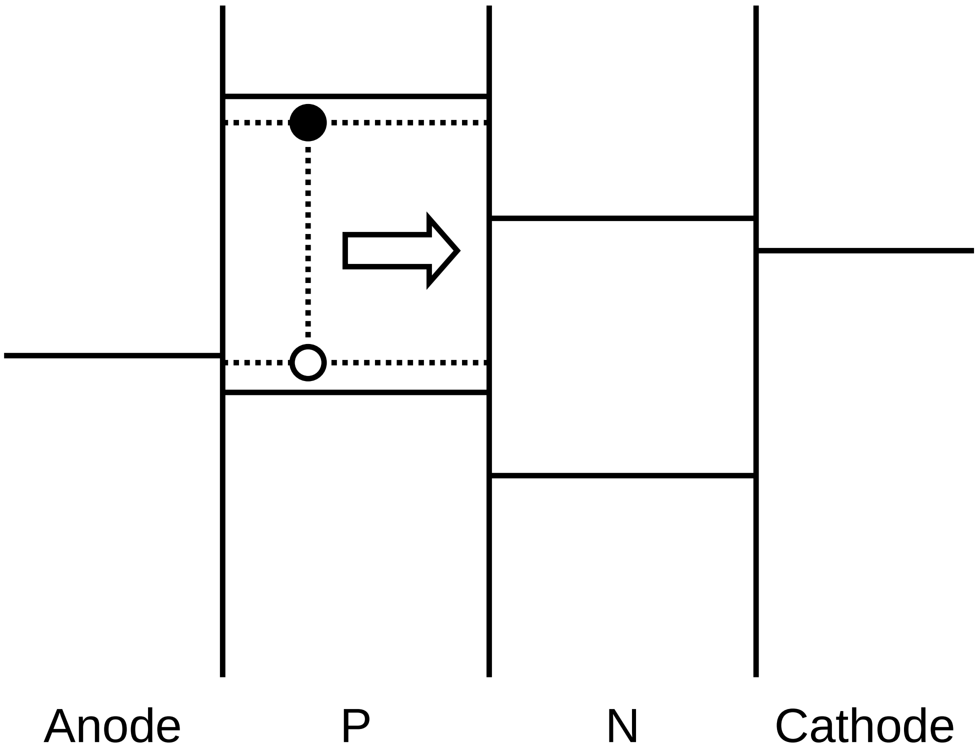


Operating Principles

Absorption of light to create a free electron (hole)



Operating Principles

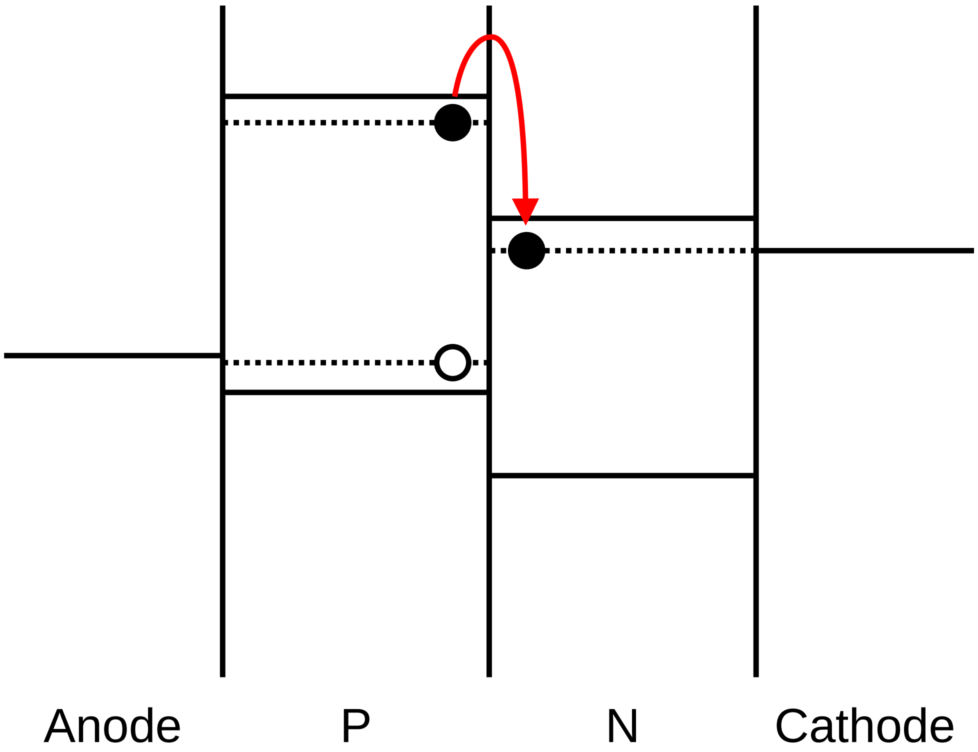


Absorption of light to create a free electron (hole)

↓

Diffusion of electron (hole) to PN junction

Operating Principles

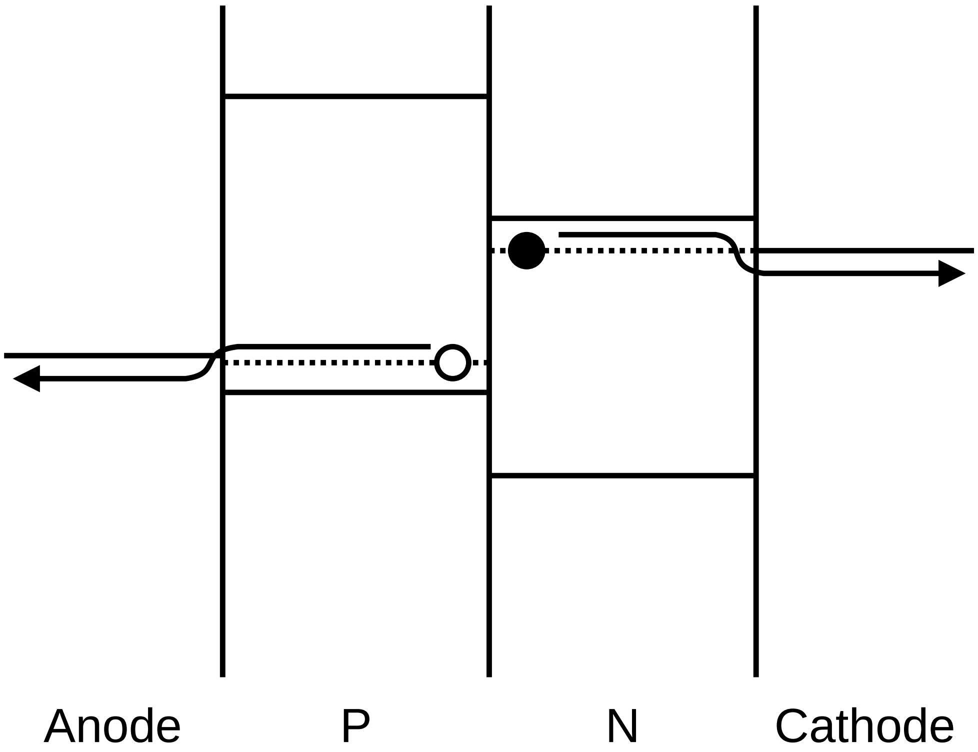


Absorption of light to create a free electron (hole)

Diffusion of electron (hole) to PN junction

Crossing of electron (hole) across the PN junction

Operating Principles



Absorption of light to create an electron (hole)

↓

Diffusion of electron (hole) to PN junction

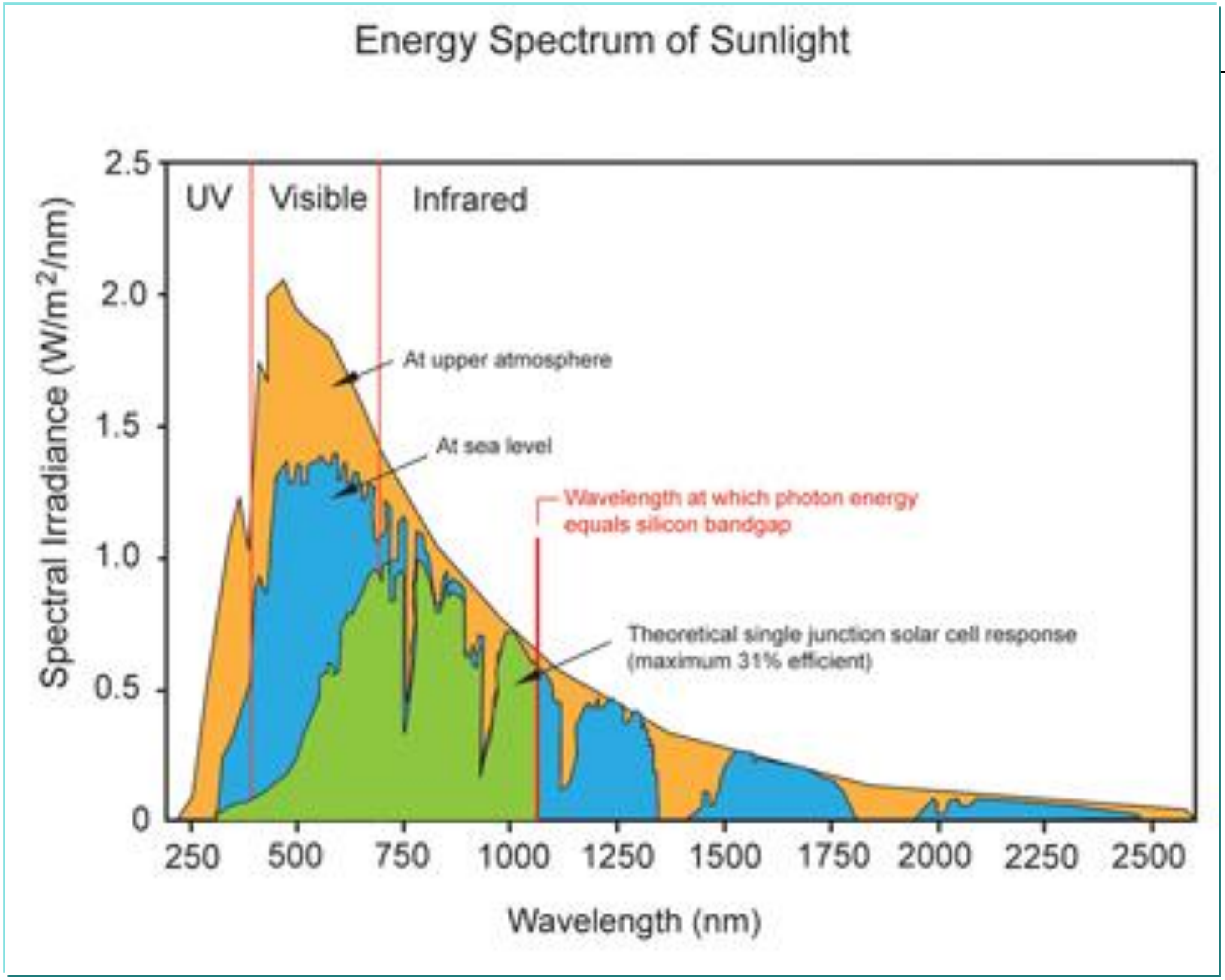
↓

Crossing of electron (hole) across the PN junction

↓

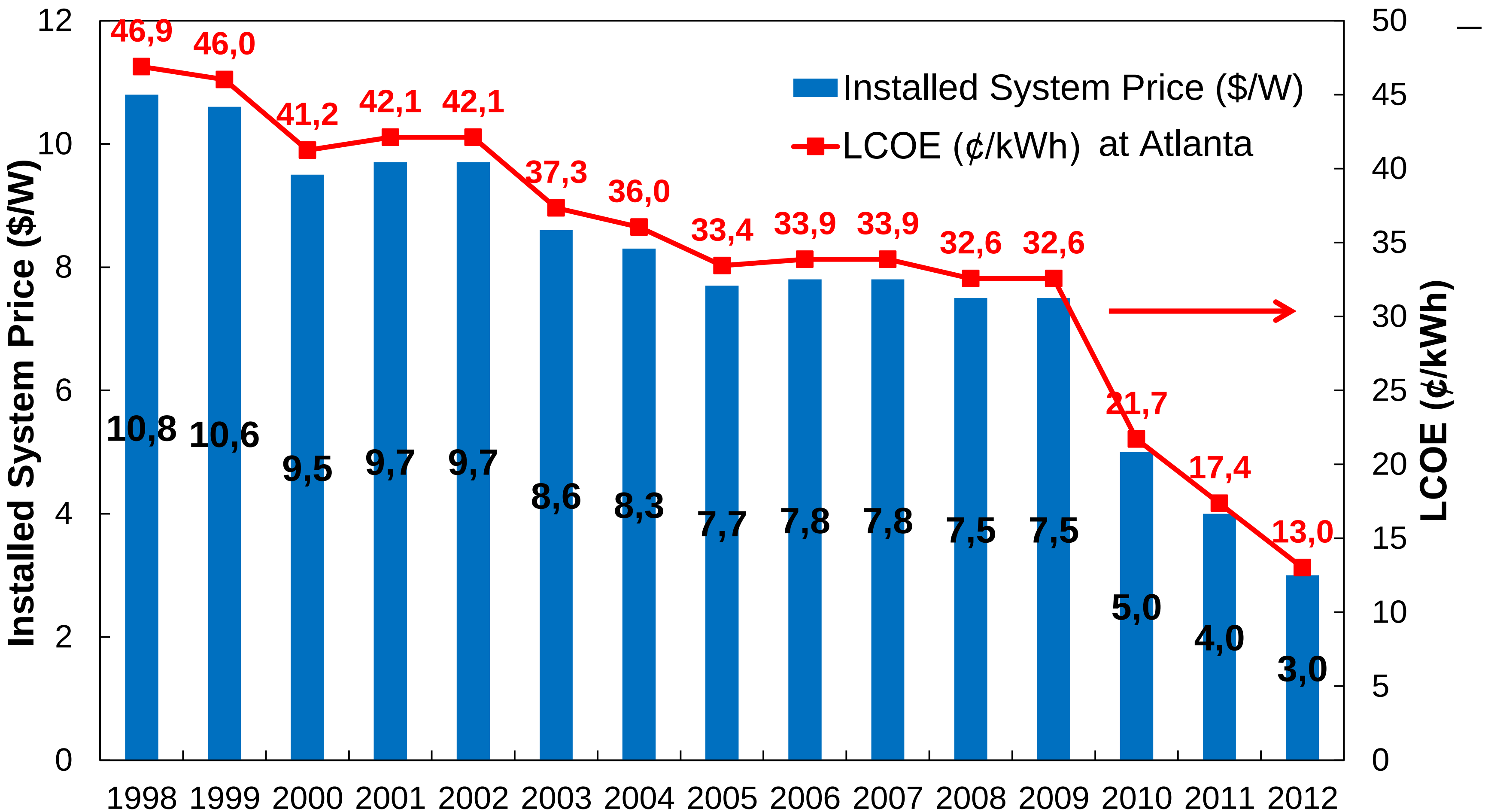
Collection of holes at the anode and electrons at the cathode

Energy of Solar Spectrum and PV Cell Efficiency



Source: http://www.rfcafe.com/references/electrical/ASTM%20G173-03%20Reference%20Spectra.htm

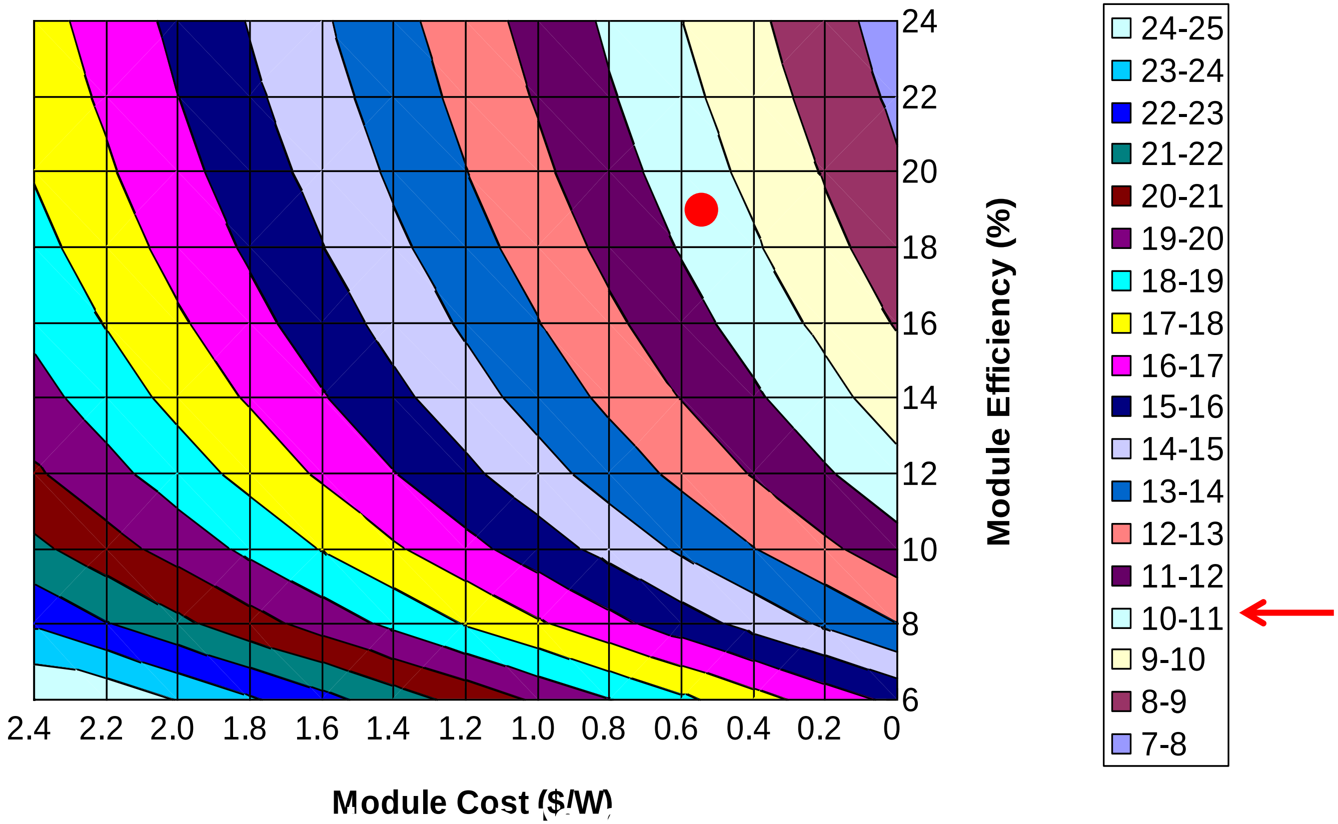
Why Solar Energy and Solar Cells?



Grid parity: Cost of electricity from PV is equal to or lower than the market price of electricity.
Levelized cost of energy (LCOE) = Total life cycle cost / Total life energy production.

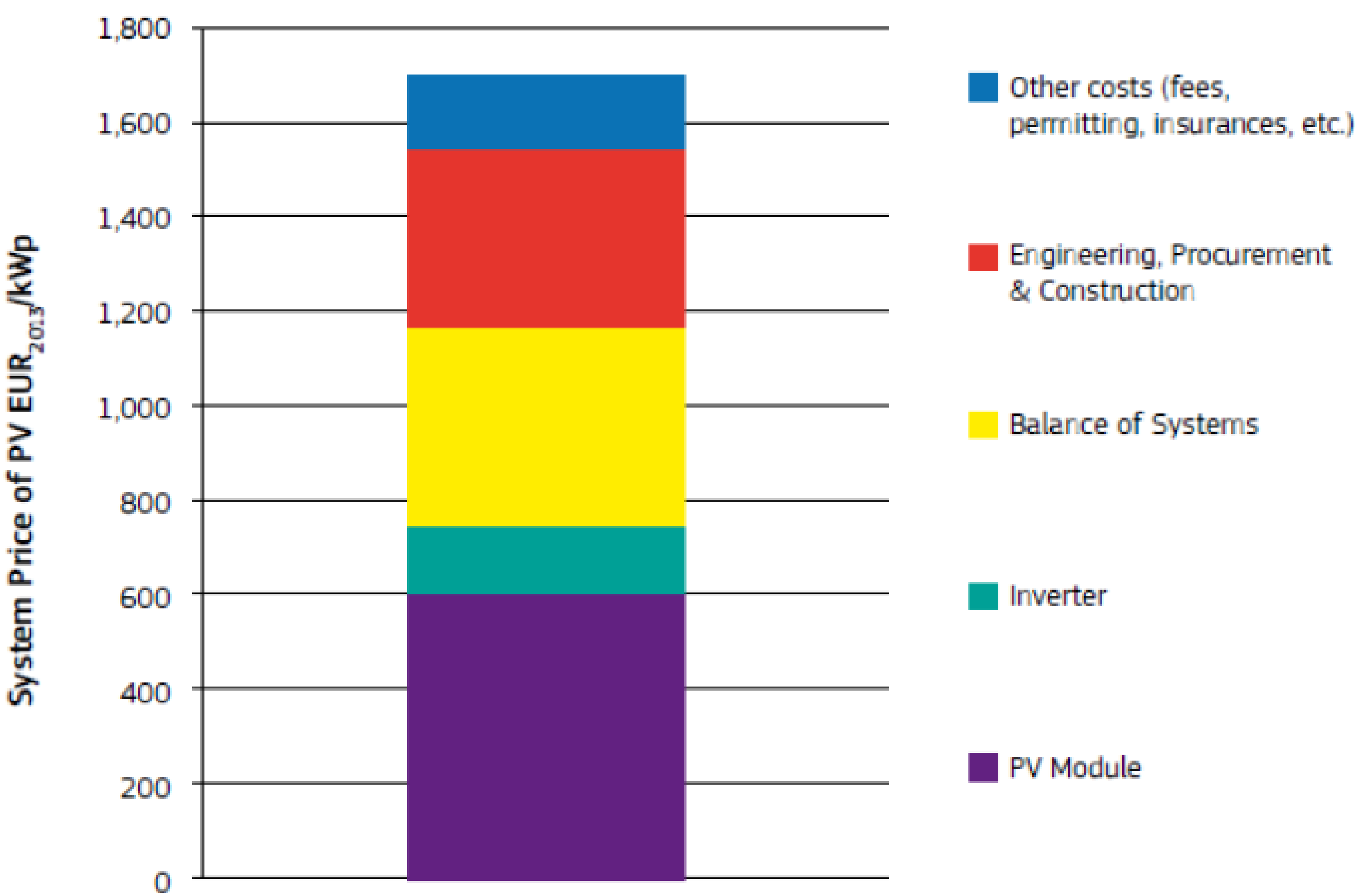
Why Solar Energy and Solar Cells?

- Model of LCOE [cents/kWh] VS Module cost and efficiency



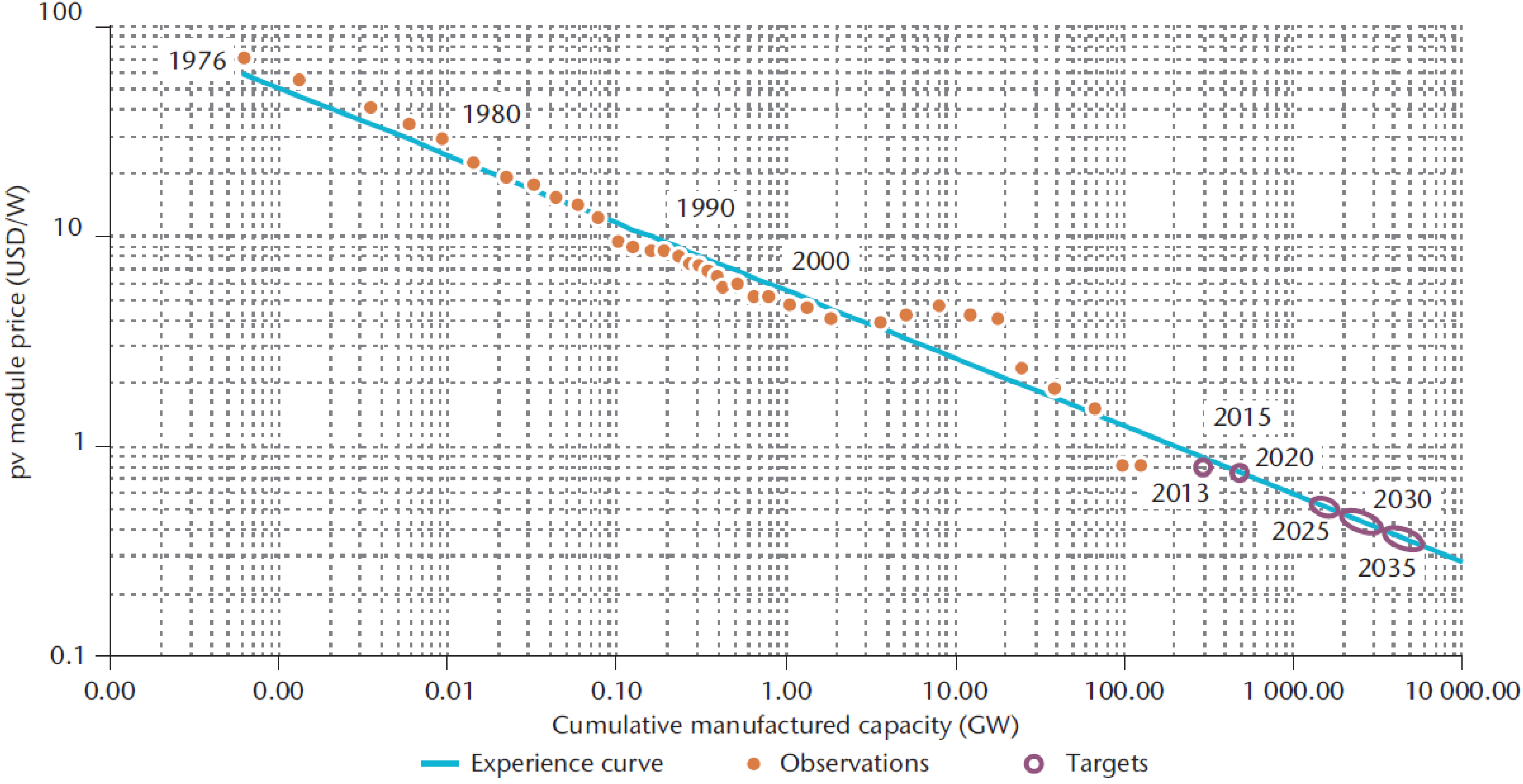
Assumption for chart preparation: 25 year lifetime, 20% derate, 50% debt fraction, 7% loan rate, and 5 year loan term

PV System Price Breakdown

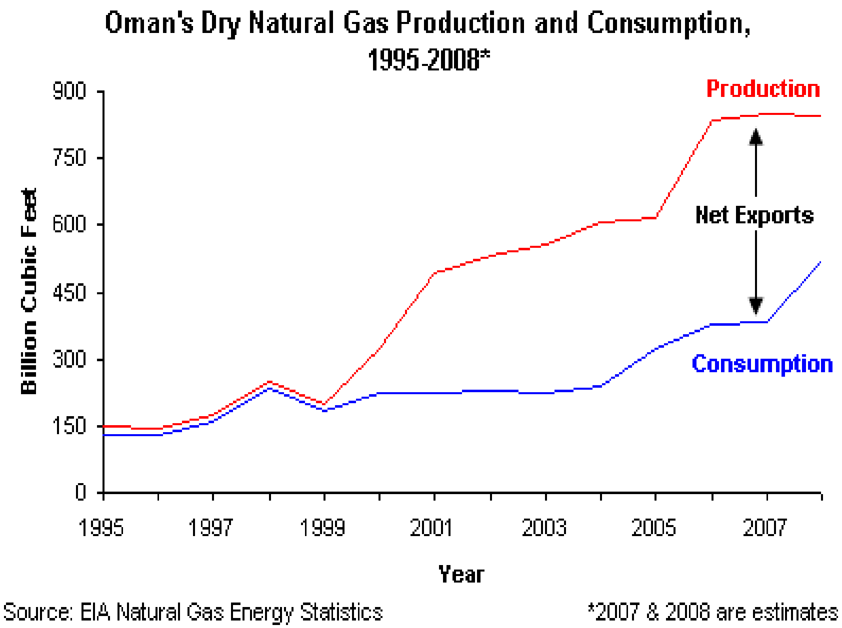


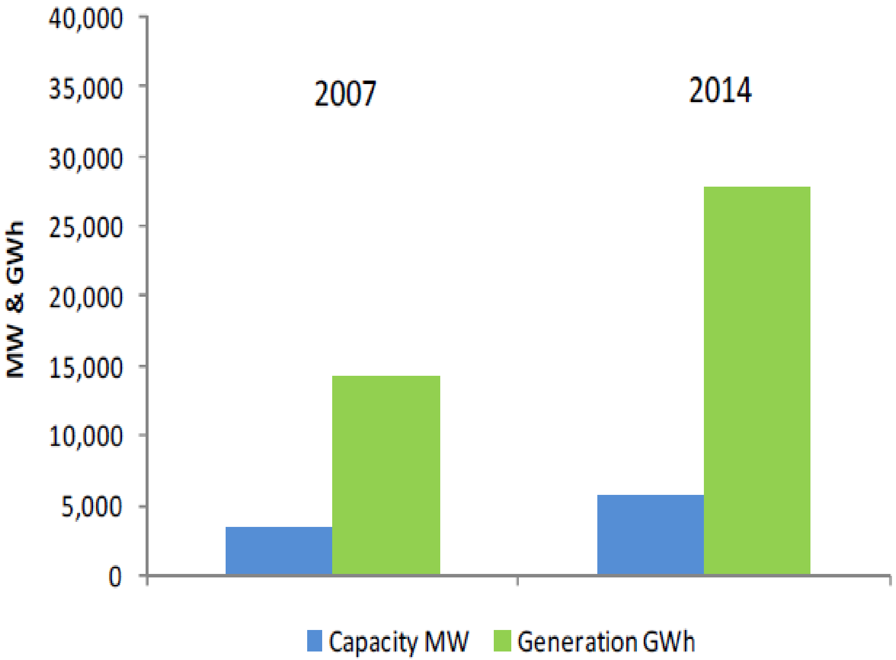
Source: Arnulf Jaeger-Waldau, JRC, EC, 2013

Projected Economies of Scale



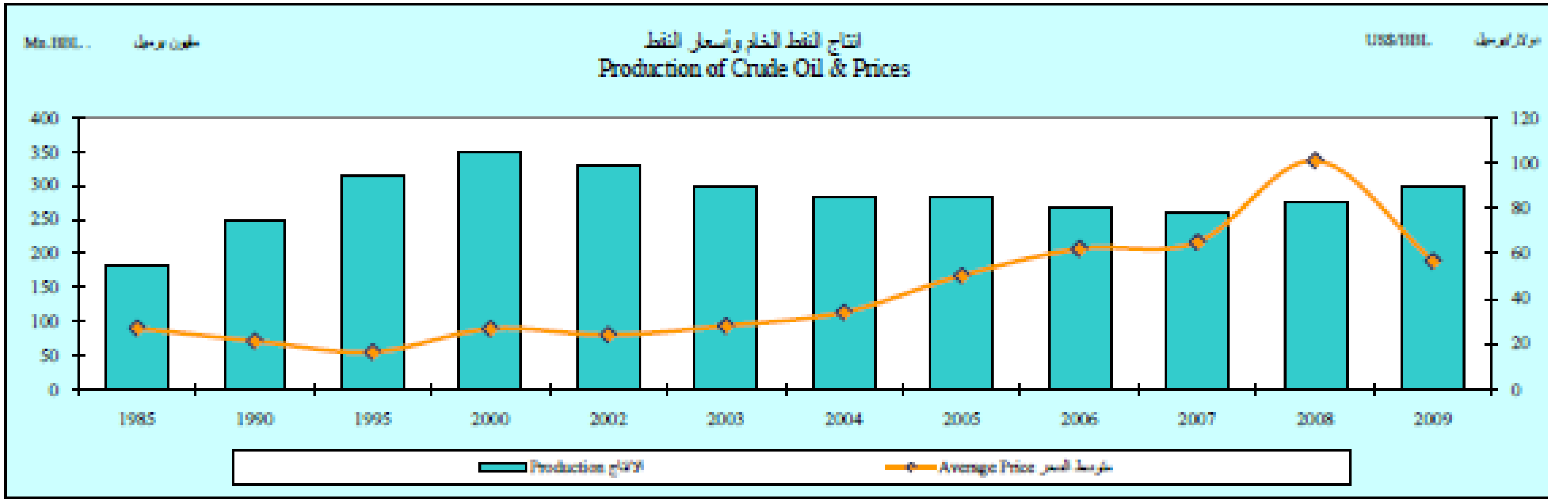
Energy Sources in Oman (Production and Demand)



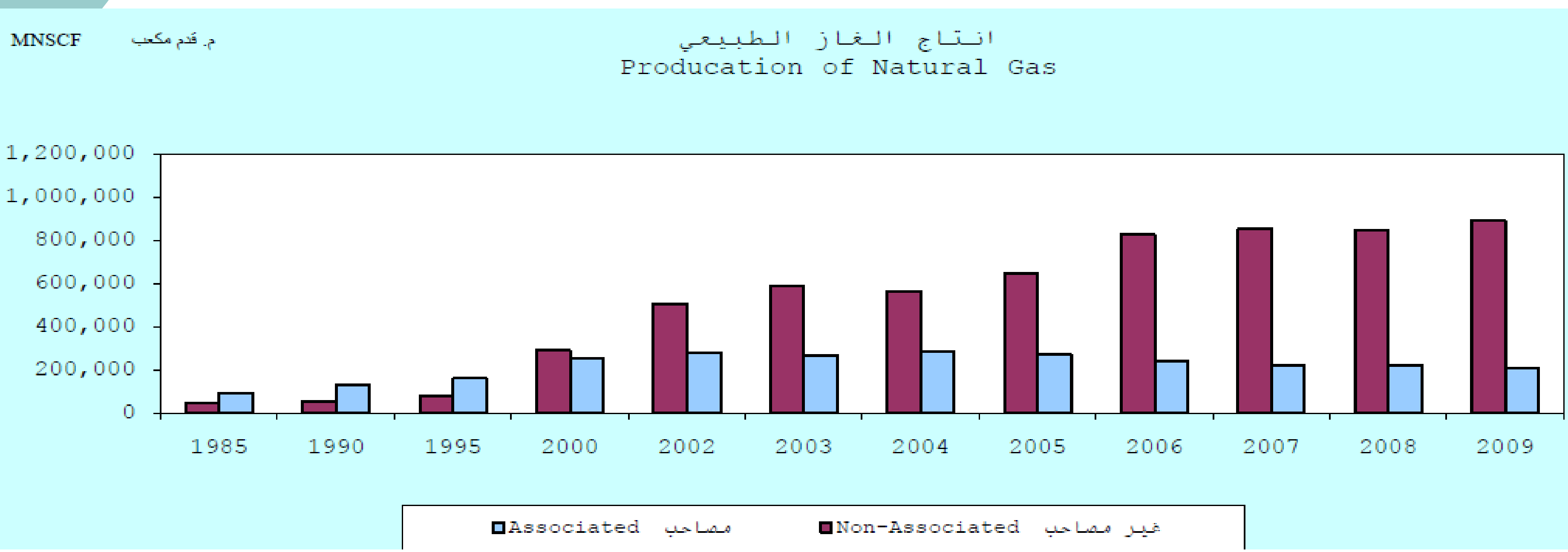


Production of natural gas

Capacity and electricity generation, 2007 and 2014



The oil production in Oman



Production of natural gas

Oman Commitment Toward Renewable Energy

His Majesty Sultan Qaboos

His Majesty Sultan Qaboos presided over the annual convening of the Council of Oman (Majlis Oman) on Tuesday November 11, 2008.

His Majesty the Sultan began his address to the Council by reiterating the government's firm commitment to the continued development of the **country's human resources**.

His Majesty also noted the need to explore the potential of **alternative energy resources.**

Authority of Electricity Regulation Study (2008)


Authority for Electricity Regulation, Oman

Study on Renewable Energy Resources, Oman

Final Report

Authority of Electricity Regulation Study (2008)

Renewable Energy in Oman

- **Solar Energy** **(Photovoltaic, CSP, Solar Chimney, etc)**
- **Wind Energy** **(on shore and offshore)**
- **Hydro Energy (?)**
- **Tide Energy (?)**
- **<u>Wave</u> <u>Energy</u> (?)**
- **<u>OTEC</u> Energy (?)**
- **<u>Geothermal</u> Energy (?)**
- **Biomass Energy (?)**

Authority of Electricity Regulation Consultancy (2010)

WorleyParsons, Macquarie, and **Chadbourne & Parke Consortium** was awarded a consultancy contract in 2010 by the Public Authority for Electricity and Water (PAEW) to advise on how to implement a large scale solar power project in Oman.

A country wide site selection study was conducted with an assessment of a number of potential sites based on a set of selection criteria suited to potential solar sites. The process of assessment involved the following steps:

1) Development of a set of selection criteria
2) Elimination of unsuitable regional areas
3) Selection from remaining regional area candidate sites
4) Recommendation of 4 sites with the highest achievable ranking

Research Council of Oman Study (2011)

The Research Council
Towards an Effective National Innovation System

Feasibility of Solar Energy (Photovoltaic) Systems in Oman

Dr Hussein A Kazem

Oman Research Grant Agreement No. ORG SU EI 11 010.

Summary:

Peak electricity demand in Oman will increase from 2,773 MW in 2007 to an expected 5,691 MW in 2014. The forecast for electricity generation in 2014 will be 24.0 TWh, and electricity shortages are expected to occur in the near future if current trends continue. The Omani government accounts for 19% of total gas production, while the remainder is used in oil-production and for export, and up to 92% of the natural gas is domestically used for producing electricity. If we continue to build power stations which utilize gas for electricity production Oman will have to import, rather than export gas. All power generation facilities at present are dependent on nonrenewable fossil fuels; thus it is strongly advisable to seek alternative sources of energy. The three most important factors in selecting new energy sources are that they must be: locally available, renewable, and environmentally friendly. Solar energy fulfills all of these requirements.

This project aims to study the feasibility of using solar energy via photovoltaic technology to generate electricity in Oman. Using solar energy to produce electricity also emits zero Greenhouse Gases (GHG) such as CO2. The reduction in GHG emissions (carbon) would be approximately 175 kg/MWh where renewable energy replaces natural gas.

The important issue is finding an appropriate starting point and development scenario for the use of renewable energy in Oman that may lead to the zero carbon scenario described above. Solar power can be collected to produce electricity by a variety of methods. Among these methods, PV systems have shown great success due to many reasons. Implementations of PV systems have shown that their reliability and efficiency depend on many factors, the dominant being location (latitude, longitude, and solar intensity), environmental (temperature, wind, humidity, pollution, dust, rain, etc.) and the type of PV used. Thus before committing to a large PV project, a thorough investigation of the above factors is essential. A key aspect of the planned work involves measuring the environmental parameters mentioned above, and their effects on system performance. Thus, the outcomes from this project will be available as the pillar point for any company planning to use PV in future power generation.

Proposed system and simulation results

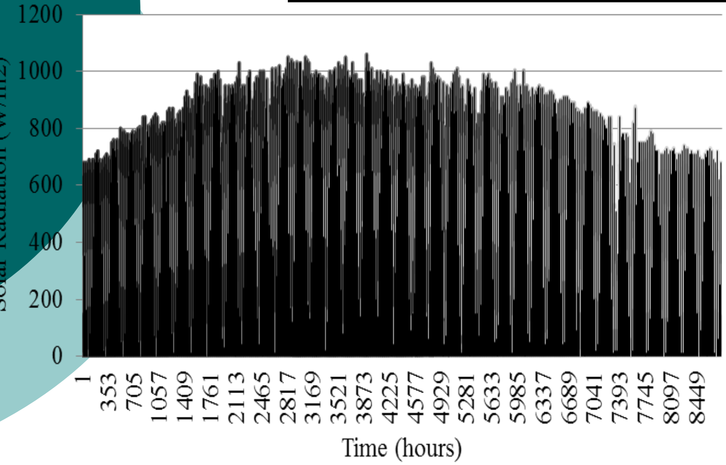


Figure Mean hourly solar radiations for Sohar

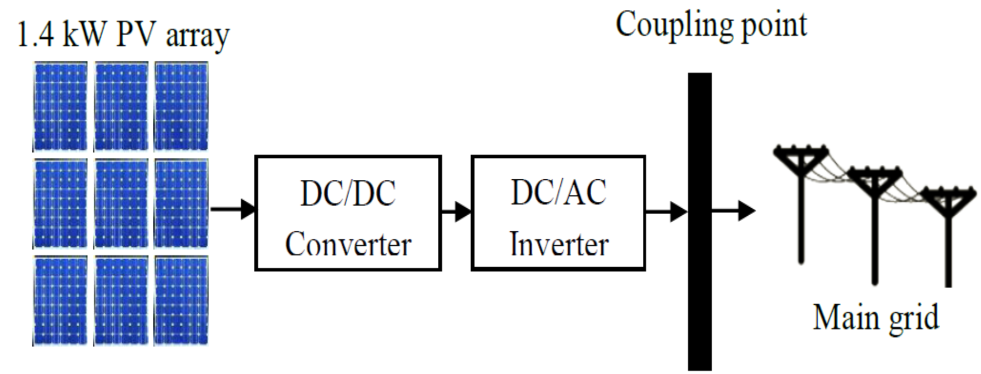


Figure Grid-connected PV system

$$P_{PV}(t) = P_{Peak}\left(\frac{G(t)}{G_{standard}}\right) - \alpha_T[T_c(t) - T_{standard}]$$

$$T_c - T_{ambient} = \frac{NOCT}{800}G(t)$$

$$\eta(t) = [P_{in}(t) - P_{Loss}(t)]/P_{in}(t)$$

$$\begin{cases} \eta = c_1\left(\frac{P_{PVinput}}{P_{INVrated}}\right)^{C_2} + c_3 & P_{PVinput}/P_{INVrated} > 0 \\ \eta = 0 & P_{PVinput}/P_{INVrated} = 0 \end{cases}$$

$$LCC = C_{capital} + \sum_{1}^{n} C_{O\&M}.R_{PW} + \sum_{1}^{n} C_{replacement}.R_{PW} - C_{salvage}.R_{PW}$$

$$CF = YF/8760 = E_{PVannual}/(P_R \times 8760)$$

$$YF = E_{PV}(kWh/year)/PV_{WP}(kW_p)$$

$$CoE = LCC/\sum_{1}^{n} E_{PVannual}$$

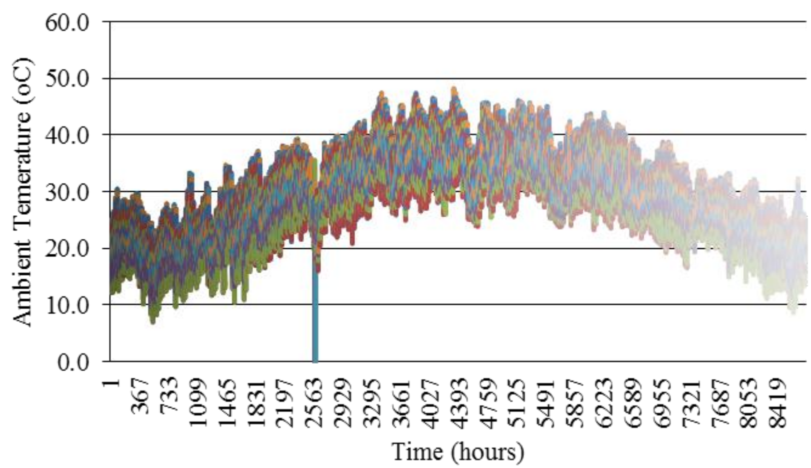


Figure Ambient temperature profiles for Sohar

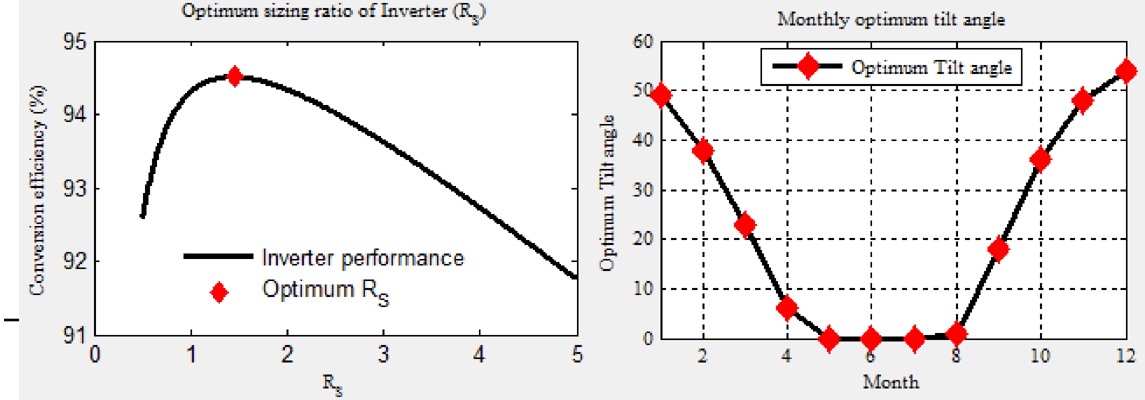


Figure Optimum sizing of inverter and tilt angle

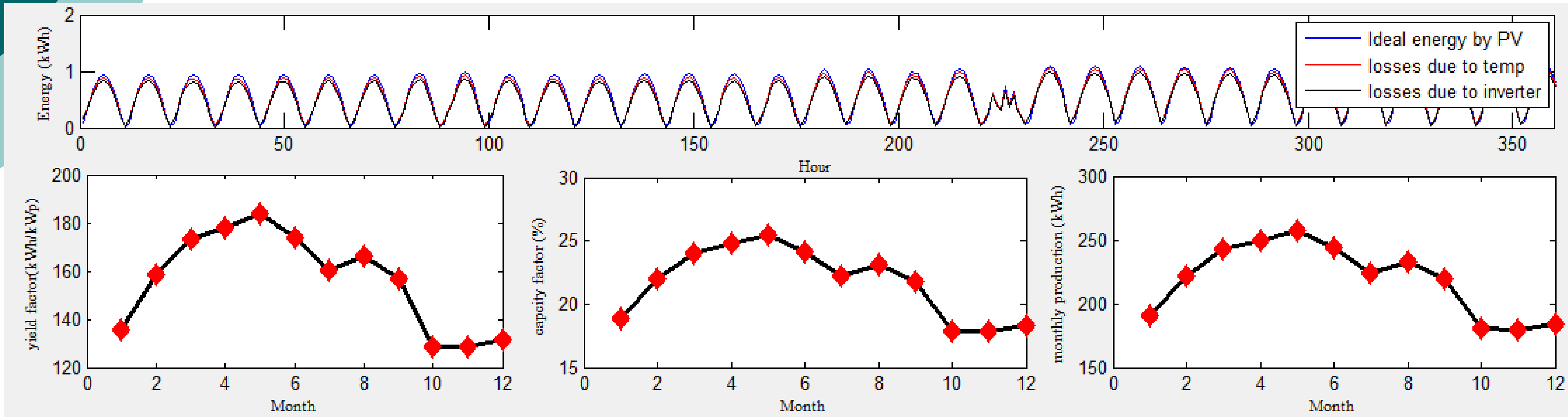


Figure Daily and monthly performance of the proposed system

Experimental setup

Project funded by The Research Council TRC **Principal Investigator:** Dr Hussein A Kazem
Sector: Industry & Energy
Proposal Code: ORG/IE/11/001
Budget: US$ 120,000


Image credit: Author


Image credit: Author


Image credit: Author


Image credit: Author

Achievements

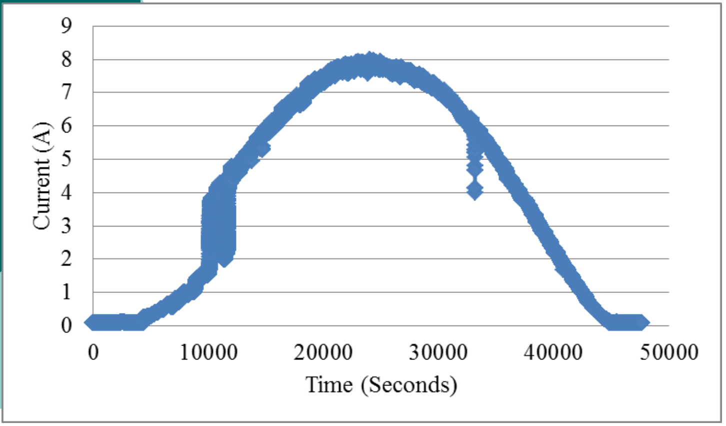


Figure proposed system output current profile for a specific day

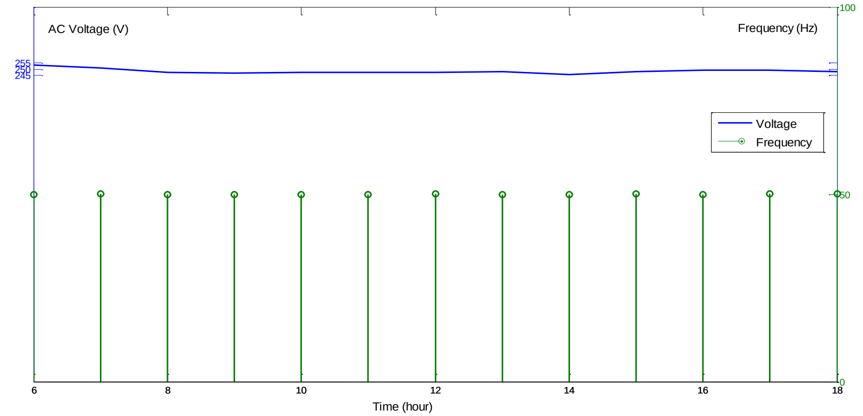


Figure Inverter output voltage and frequency over 6 months period

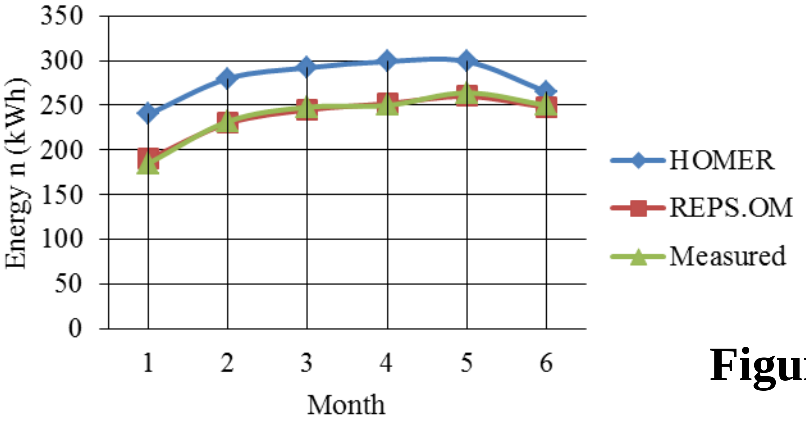


Figure PV system monthly production

Conclusions

CF=21%

YF =1875 kWh/kWp/year

CoE=0.045 USD/kWh

PBP=11 years

The price of energy generated by PV systems in is Oman is worth in comparison with that of conventional system, which is 0.181 USD/kWh.

Also, it is worth pointing that the grid-connected PV system in Oman is feasible technically and economically.

Conclusions

- For Sohar zone the tilt angle of a PV array must be adjusted twice a year. The PV array must be slanted at 49◦ in the period of 21/09–21/03 (n = 255–81), while it must be horizontal (tilt angle is zero) in the period of 21/03–21/09 (n = 81–255). This adjustment practice gains the energy collected by a PV array by 20.6%.
- For the PV system size, the sizing ration of the PV array for Oman is 1.33 while the sizing ratio for battery is 1.6.
- The cost of the energy generated by the proposed system is 0.196 USD/kWh (for standalone) and 0.045 USD/kWh (for grid connected).
- Evaluation of grid-connected PV system using technical and economical criteria these are *CF, YF, CoE* and *PBP* which found to be 0.210, 1875.132 kWh/kWp/year, 0.045 USD/kWh and 11.17 year, respectively.
- It is found that the cost of energy of photovoltaic system is cheaper than the cost of energy generated by fossil fuel without government subsidies.
- The technical and economical evaluation shows that the standalone and grid-connected photovoltaic system in feasible technically and economically in Oman.

Achievements

Peak electricity demand in Oman will increase from 2,773 MW in 2007 to an expected 5,691 MW in 2014. The forecast for electricity generation in 2014 will be 24.0 TWh, and electricity shortages are expected to occur in the near future if current trends continue. The Omani government accounts for 19% of total gas production, while the remainder is used in oil-production and for export, and up to 92% of the natural gas is domestically used for producing electricity. If we continue to build power stations which utilize gas for electricity production Oman will have to import, rather than export gas. Thus it is strongly advisable to seek alternative sources of energy. This study aims to study the feasibility of using solar energy via photovoltaic technology to generate electricity in Oman. Workable systems have been installed, monitored and analyzed in order to evaluate these systems in terms of reliability, productivity and feasibility. Moreover, recommendation for optimal sizing of these system have been presented considering Oman climate.

Hussein Kazem
Tamer Khatib

PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROSPECTIVE IN OMAN

Technical and Economical Study

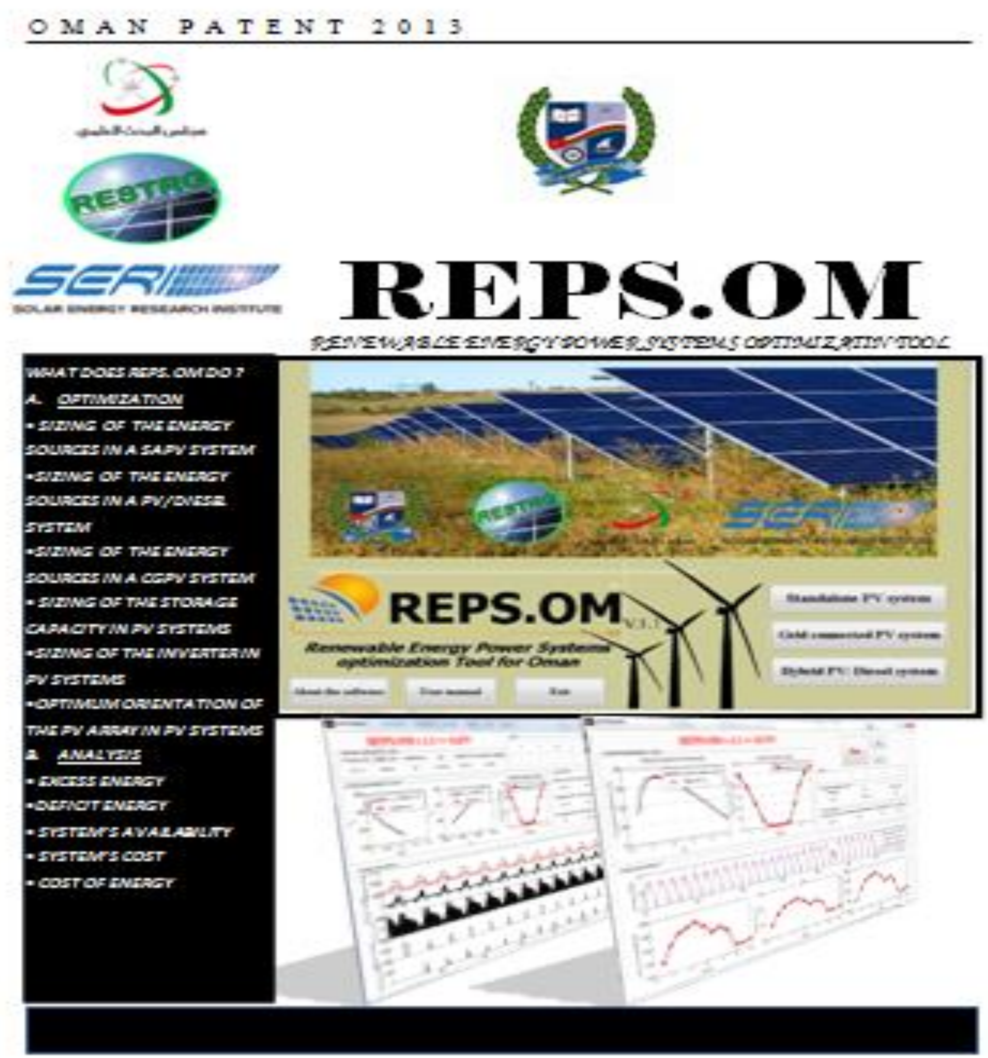
Hussein Kazem

Hussian Kazem is an assistant professor at Sohar Universisty. He has a PhD degree in power electronics from Newcastle University, UK. Tamer Khatib is a senior researcher at Sohar University. He holds a Ph.D degree in PV systems from National University of Malaysia, Malaysia. The research interest of the authors is renewable energy

978-3-659-37295-7

LAP LAMBERT Academic Publishing

Achievements



مركز أبحاث الطاقة الشـــمسية بـجامعة صحار

د.حسين الوائلي: الوقود الاحفوري والغاز تصنف كطاقات غير متجددة وقابلة للنضوب

الحمل الكهربائي الاقصى في عمان يتوقع أن يرتفع من 2773 ميجاواتا في العام 2007 إلى5691 ميجاواتا في العام 2014

تحقيق-حارث الوهيبي

تستخدم الخلايا الشمسية لالتقاط الطاقة من ضوء الشمس عندما يتم تجميع وحدات متعددة معا ويتم تركيب هذه الخلايا الضوئية كوحدة واحدة يتم توجيهها على سطح واحد وتسمى بلوح الطاقة الشمسية ويتولد من هذه الخلايا طاقة كهربائية يتم الاستفادة منها لاحقا، وفي هذا الصدد أجرى ملحق المستقبل تحقيقا حول مشروع الطاقة الشمسية المستخدمة بجامعة صحار وجاء على التالي:

الطاقة الكهربائية

يقول د.حسين الوائلي: إن أقصى حمل كهربائي في عمان يتوقع أن يرتفع من 2773 ميجاواتا في العام 2007 إلى5691 ميجاواتا في العام 2014. والمعدل السنوي للنمو في عمان يبلغ 9 % واقصى حمل يتوقع ان يستمر بالارتفاع بسبب زيادة النموالسكاني والصناعي في السلطنة ومن المتوقع ان يصل الحمل الاقصى بحلول العام 2014 الى 24 تيراواتا ساعة. تستخدم الحكومة العمانية 19 % من انتاج الغاز الطبيعي لتوفير حاجات البلد، 92 % منه يستهلك في توليد الطاقة الكهربائية. إن توليد الكهرباء يعتمد كليا على الغاز والوقود الاحفوري وبالتالي اعتماد على نوع واحد. تجدر الاشارة الى ان الوقود الاحفوري والغاز تصنف كطاقات غير متجددة وقابلة للنضوب، لذلك ينصح بشدة التوجه الى استخدام الطاقات المتجددة. العناصر الثلاثة الاهم لاختيار نوع الطاقة المستخدمة هي: ان يكون متوفرا محليا ومتجددا وصديقا للبيئة. من هذه الطاقات التي تحقق النقاط الثلاثة هي الطاقة الشمسية، حيث انها متوفرة وتجمع بدون مقابل ومتجددة طالما ان الشمس تشع ولا تصدر أي تلوث للبيئة. وتعتبر عمان من البلدان الأكثر والأوفر حظا على مستوى العالم في شدة الاشعاع الشمسي.

إن ارتفاع اسعار النفط والغاز عالميا، ومشكلة التلوث والاحتباس الحراري من جهة، وارتفاع كفائة الخلايا الشمسية وانخفاظ اسعاره من جهة اخرى ادى الى ان تصبح الخلايا الشمسية منافس جيد مع الطرق التقليدية لتوليد الكهرباء. كما اشار د.حسين الوائلي: الى ان استخدام الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء يكون في اعلى مستوياته في فصل الصيف والذي يتزامن مع كون الحمل في اعلى مستوياته في عمان، كذلك استخدام الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء لا ينتج اشعاعات ملوثة للبيئة. لذلك استخدام الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء بدلا من الوقود الاحفوري سيؤدي إلى تقليل هذه الغازات في عمان وبالخصوص ثاني اوكسيد الكربون.

طاقة الشمس ممكن استخدامها لتوليد الكهرباء بطرق مختلفة منها : الخلايا الشمسية ومركزات القوة الشمسية، وكل هذه الطرق أثبتت جدارتها. وقد اثبتت الخلايا الشمسية جدارتها لاسباب كثيرة. ان الخلايا الشمسية تم اختبارها واستخدامها وبحثها لمدة طويلة في شتى انحاء العالم. واصبح من السهل تصميم وتنفيذ منظومة شمسية ذات كفاءة وجدارة عالية. لذلك تعتبر الحاجة ملحة الان لاقتناء هذه التكنولوجيا. هذا المركز اسهم بتدريب ما يزيد عن 125 طالبا خلال السنتين الفائتتين. كذلك فان المركز ساهم بدعم وتشجيع الطلبة للمشاركة في المؤتمرات والفعاليات العلمية لنشر نتاجاتهم البحثية والتي كان لها الاثر باكتساب الخبرة وتبادل المعلومات مع المتخصصين في هذا المجال.

هناك عوامل تحد من استخدام الخلايا الشمسية في السلطنة منها اسعار الكهرباء والتي تعتبر رخيصة مقارنة مع الأسعار العالمية وذلك بفضل الدعم الحكومي، وكذلك رخص اسعار الوقود المدعومة حكوميا والتي تستخدم في توليد الكهرباء كما أن عدم وجود قوانين تفرض ضريبة على اشعاع ثاني اوكسيد الكاربون من جانب وعدم وجود استثمارات في مجال الطاقة الشمسية كل ذلك حد من انتشار الخلايا الشمسية في السلطنة على نطاق واسع. ايضا اشار د.الوائلي: الى ان المنحة المقدمة من قبل مجلس البحث العلمي ساهمت بشكل كبير في دفع البحث للوصول الى نتائج متقدمة اثمرت عن إنشاء مركز ابحاث الطاقة الشمسية. هذا المركز مجهز باحدث التكنولوجيا في مجال ابحاث الطاقة الشمسية حيث تم تجهيز المعدات من مناشئ مختلفة (بريطانيا، المانيا، كندا وامريكا). كذلك تم نصب مجموعة من المنظومات الشمسية وانظمة التحكم والمراقبة بالإضافة الى محطة الارصاد الجوية والتي جهزت باحدث المتحسسات الجوية. من ضمن المقترحات التي تساعد في تطوير وتسريع استخدام هذه التكنولوجيا في السلطنة: تشجيع وزيادة الاستثمارات في قطاع الطاقة الشمسية، اقامة ندوات ايضا اشار د.الوائلي: الى ان المنحة المقدمة من قبل مجلس البحث العلمي ساهمت بشكل كبير في دفع البحث للوصول الى نتائج متقدمة اثمرت عن انشاء

مركز ابحاث الطاقة الشمسية. هذا المركز مجهز باحدث التكنولوجيا في مجال ابحاث الطاقة الشمسية حيث تم تجهيز المعدات من مناشئ مختلفة (بريطانيا، المانيا، كندا وامريكا). كذلك تم نصب مجموعة من المنظومات الشمسية والمنظومات الهجينة (طاقة شمسية\طاقة رياح) وأنظمة التحكم والمراقبة بالإضافة إلى محطة الأرصاد الجوية، والتي جهزت بأحدث المتحسسات الجوية والأنظمة الرقمية. كذلك من المهم بمكان التشجيع على عقد حلقات عمل ومؤتمرات لتوعية جميع قطاعات المجتمع باهمية وضرورة وجدوى استخدام هذه التكنولوجيا وما يتعلق بحفظ الطاقة. ايضا ينصح بوضع قوانين وآليات تحد من اشعاع ثاني اوكسيد الكربون وتتماشى مع قوانين الأمم المتحدة لاسيما بروتوكول كيوتو والتي بدورها تصب في مصلحة انعاش قطاع الطاقة الشمسية. ايضا تشجيع المواطن لاستخدام سطوح المنازل لتوليد الطاقة الكهربائية وبيعها الى شركات الكهرباء والذي سينعكس إيجابا على اقتصاد البلد حيث سيخفف العبء عن الدعم الحكومي ويصنع فرص عمل واستثمارات، كما انه سيؤدي الى تقليل الاستهلاك الكهربائي. إن مستقبل الطاقة الشمسية في منطقة الخليج العربي مشرق كما الشمس في هذه المنطقة ونتوقع ونتأمل أن نرى الكهرباء الشمسية قريبا في عمان.

الطلب المتزايد

قالت شنونة بنت محمد بن سعيد العيسرية: مشروع دراسة الطاقة الشمسية كمصدر متجدد للطاقة التي من الممكن الاعتماد عليها في المستقبل تحت اشراف د.حسين كاظم في جامعة صحار جاء نظرا للطلب المتزايد على الطاقة ونظرا لإمكانية نفاد الوقود الاحفوري. ويشرفني حقا أن أكون عضوة في هذا المشروع الضخم لايماني انه يحمل الكثير من المنفعة الأكاديمية كفرد والمنفعة الاقتصادية للمجتمع. ولا يخفى على احد ان العمل لدى مجلس البحث العلمي بحد ذاته يعتبر فرصة قد يصعب الحصول عليها بسهولة لذا سنقوم بالواجب المحتم علينا للقيام بهذا المشروع على اكمل وجه لرفع مستوى هذا النوع من المشاريع في السلطنة فواجبنا البحث عن طاقة لاستمرار التطور في عمان المعطاء. حيث يكتسب الأعضاء المشاركون في هذا المشروع المهارات الأساسية كالعمل في فريق واحد وقيادته وتحمل المسؤولية. هذا المشروع يهدف الى الاستفادة من الطاقة الشمسية وتحويلها الى طاقة صالحة للاستعمال. يأتي تأييدي لهذا المشروع لما له من اثار ايجابية كثيرة ومنها انها صديقة البيئة حيث انها تنتج طاقة نظيفة خالية الملوثات البيئية كثاني اكسيد الكربون بل وانها لا تصدر اي نوع من الغازات. وكما ان الخلية الشمسية الواحدة تنتج طاقة تقاس بوحدات الطاقة التي تعادل (الكيلو واتس والميجاوات) اي انها كمية كبيرة ومن هنا تحتاج السلطنة الى تخصيص جزء صغير من مساحتها الكلية لإنتاج طاقة كافية لكافة مناطقها، وبما ان السلطنة تتميز بمناخات معتدلة الى حارة نظرا لموقعها في خط الاستواء فإن بإمكاننا استغلال هذه الكميات الكبيرة من الأشعة المنبعثة من الشمس لانتاج الطاقة حيث أن الشمس تشرق طوال السنة، اضافة الى أن تكلفة توضيف الطاقة الشمسية قليلة وكفاءتها عالية مقارنة بباقي انواع الطاقة هذا بالإضافة الى ايجابيات اخرى. ونظرا لكون الطاقة هي المحرك الأساسي الذي تقوم عليه جميع انماط التكنولوجيا على هذه الارض لذا يجب علينا الحفاظ عليها لكي يتسنى للأجيال المقبلة ان تسعد بالحياة العصرية المتقدمة والتي تلعب فيها التكنولوجيا الدور البارز. ولذا يجب الاهتمام بالبحث عن مصادر متجددة للطاقة من الان لأن الوقود الاحفوري على وشك الفناء.

الطاقة البديلة

وتقول فاطمة بنت سالم الجابرية: البحث عن الطاقة البديلة وتطبيقها هو أمر مهم نظرا للاستهلاك الحالي للطاقة المتوفرة والتي هي محدودة وشارفت على الانتهاء. تتوفر الطاقة البديلة بأشكال عدة مثل: الطاقة الشمسية والرياح والمد والجزر ...الخ. وهذا يتيح الفرصة لجميع الدول ان تستغل اي من هذه الطاقات المتوفرة في محيطها. نحن في جامعة صحار نركز في بحوثنا على الطاقة الشمسية والرياح بشكل خاص تحت اشراف د.حسين كاظم. لما تحمله هذه المصادر من ايجابيات تفوق الوقود الاحفوري ومنها كفائتها العالية وقدرتها على الحفاظ على البيئة من الغازات الملوثة مما يقلل من الاحتباس الحراري وتآكل طبقة الأوزون.

يشرفني ان أكون ضمن مجموعة الباحثين نظرا للمستقبل الزاهر اللذي ينتظرنا وهدفنا يكمن في ضمان التنمية المستدامة. من خلال هذا المشروع الذي نقوم به وهو دراسة تأثير الحرارة على خلايا الطاقة الشمسية، نستنتج العلاقة ما بين الحرارة وطريقة عمل الخلايا ومنها نستنتج كيفية تحسين كفاءة هذه الخلايا وتطويرها.

فوائد كثيرة

كما قالت زهرة بنت علي بن سعيد النعمانية: برأيي كعضوة في هذا المشروع أرى انه سوف يحقق النجاح على مستوى السلطنة بسبب الإقبال على الطاقة الشمسية كطاقة متجددة وحتى تكون كبديلة عن الطاقة الغير متجددة ولما له من فوائد كثيرة لنا الآن وللأجيال المقبلة كتنمية مستدامة وأيضا الطاقة الشمسية تساهم في تقليل التلوث البيئي الذي ينتج من الوقود كمثال للطاقة الغير متجددة. وفي مشروعنا سوف نقوم بدراسة العلاقة بين درجة الحرارة للخلية الشمسية ودرجة الحرارة المحيطة حول الخلية الشمسية وتحسين أداء هذه الخلايا الشمسية من أجل استخدامها، ومن اهم استخدامات الخلية الشمسية انه يستخدم في الشوارع كمصدر للإنارة وفي المركبات والأجهزة الكهربائية الخ.

ألواح شمسية

ويقولان ماجد بن محمد العبدالسلام وأحمد عزيز: إن العمل في مجال الطاقة المتجددة لتجربة فريدة الهمتنا الكثير من العلم والمعرفة فلقد قمنا بتصميم منظومة الواح شمسية تحت اشراف د.حسين كاظم كذلك شاركنا في تنصيب هذه الألواح ومحطة الأرصاد الجوية الخاصة بالمختبر مما أكسبتنا خبرة عملية في هذا المجال.

الشبكة الوطنية

أما سمارة بنت قاسم السعدية فقد قالت: تفضل الله علينا بنعمة العقل ومن واجبنا استخدامه بما يوفقنا الله لإنجازه وتقديمه لهذه الأمة. فكوني طالبة في جامعة صحار بالمرحلة الرابعة من هندسة الكمبيوتر والحاسب الآلي فقد تمكنت من بدء العمل على مشروع تخرجي الذي يرتبط بالطاقة الشمسية ومن خلال تواجدي بالمختبر الخاص بالطاقة الشمسية حيث المسؤول عنه د.حسين الوائلي قد استفدت الكثير رغم حداثه وجودي به. فقد تعلمت عن كيفية عمل ونصب وبناء الخلايا الشمسية بالمختبر وكيف أنها تزود المختبر بالطاقة الكهربائية وأيضا تزود الطاقة للشبكة الوطنية. كذلك كيفية عمل منظومات الطاقة المهجنة وكيفية إجراء دراسة اقتصادية وفنية. ويعجبني أنه متى ما احتجت أو غيري من الطلبة لأية معلومات أو مساعدة فإن الدكتور يرشدنا لطريق وكيفية الحصول عليها والتأكد من صحتها ومناقشتها معه. وأتمنى أن أقدم أفضل ما لدي وأن أقدم مشروعي على أتم وجه ليستفيد منه المجتمع.

الطاقة النظيفة

علي حسين: إن العمل في مجال الطاقة الشمسية أصبح يأخذ حيزا في حياتنا في السنوات الأخيرة، وقد كان هذا أحد أسباب اهتمامي بهذه الطاقة النظيفة، وقد شكلت فرصة العمل في مشروع الطاقة الشمسية في جامعة صحار فرصة كبيرة لي لأتعلم أصول البحث العلمي وأسس الطاقة الشمسية. لقد تدربنا أنا وزملائي في هذا البحث على استخدام بعض البرامج الخاصة بتصميم المنظومات الشمسية وكذلك تدربنا على نصب هذه المنظومات.

مرحلة التغيير

الطالب شريف جاكويسيري من كلية الهندسة تخصص الهندسة الكيميائية السنة الرابعة يقول: يجب على الحكومة أن تهتم كثيرا بالطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية لأننا حاليا في مرحلة التغير إلى استخدام الطاقة الشمسية مستقبلا لأنه في القريب العاجل سينتهي الوقود لذا وجب علينا نحن كطلبة وعلى الجميع أن نهتم بهذا الموضوع وأن نساهم في خدمة الوطن.

توسع المدارك

أما كافيش طالب في السنة الرابعة يقول: أعتقد أنني استفدت كثيرا من هذا المشروع فتوسعت مداركي ومعلوماتي عن الطاقة الشمسية لذا ننصح الجميع بالمشاركة في هذا المشروع المهم جدا والذي أستطيع أن أجزم أنه رائد من نوعه.

مركز أبحاث الطاقة الشمسية

تم إنشاء مركز أبحاث الطاقة الشمسية في مطلع العام 2012 بدعم من مجلس البحث العلمي والمنحة التي حصلت عليها جامعة صحار لدراسة جدوى استخدام المنظومات الشمسية. يعمل المركز على القيام بالابحاث والدراسات العلمية في مجال الطاقة الشمسية للإجابة عن أهم الأسئلة التي تتعلق بتصميم وأداء المنظمات الشمسية في عمان. كذلك وضع واقتراح الخطط الكفيلة بتحقيق الاستغلال الموسع للطاقة الشمسية ونشر الوعي العلمي في مجال الطاقة الشمسية، ومنذ ذلك الحين، كان تحقيق هذه الأهداف هو المهمة الأولى للمركز.

اختصاصات المركز يتولى مركز بحوث ودراسات الطاقة الشمسية القيام بالمشاريع البحثية التطبيقية والريادية والأساسية والتجريبية المتعلقة بتقنيات واستخدامات الطاقة الشمسية بمختلف مصادرها، والقيام بتنفيذ المشاريع الطلابية التجريبية والتطبيقية وتقييم الأداء الفني والاقتصادي لتلك المشاريع، كما يعمل على المساهمة في نشر الاستخدام الموسع لتقنيات الطاقة الشمسية، ويتولى تصميم وإعداد وتشغيل وصيانة المنظومات الشمسية ودراسة أدائها الأمثل من خلال البحث والتطوير، كما يقوم بنمذجة منظومات الطاقة الشمسية واختبار أدائها وتطوير مكوناتها ووضع الأسس والقواعد اللازمة لذلك.

يحتوي المركز على مجموعة من المنظومات وهي كالتالي:

منظومة شمسية مستقلة: وتتكون هذه المنظومة من 12 لوحا شمسيا بواقع 1640 واطا، كذلك منظومة بطاريات بواقع 1500 امبير-ساعة، كذلك محول كهربائي لتحويل الطاقة من مستمر إلى متناوب بفولتية 230 فولت، ايضا اجهزة حماية وتحكم ومراقبة. تقوم هذه المنظومة بتجهيز الطاقة التي يحتاجها المركز مع مختبر الطاقات المتجددة المرتبط بالمركز.

منظومة شمسية متصلة بالشبكة الكهربائية: حيث تتكون هذه المنظومة من 10 ألواح شمسية بواقع 1400 واط، ومحول يقوم بتحويل ومزامنة الطاقة مع الشبكة، وتجدر الإشارة الى ان انتاج هذه المنظومة خلال الأربع اشهر الفائتة تجاوز 800000 واط- ساعة.

منظومة شمسية مستقلة متحركة: حيث تتكون هذه المنظومة من ألواح شمسية بواقع 280 واطا، مع منظومة تحكم وحماية ومحول ومجموعة بطاريات. تستطيع هذه المنظومة الحركة في الاتجاهات الأربع (شرق، غرب، شمال، جنوب) وكذلك بزوايا مختلفة مع الأفق وذلك لدراسة أثر الموقع والاتجاه والميل مع حركة الشمس اليومية والفصلية والسنوية.

منظومة هجينة (طاقة شمسية - طاقة رياح): حيث تتكون هذه المنظومة من لوح شمسي بواقع 100 واط ومولد يعمل بطاقة الرياح بواقع 300 واط، مع محول ومنظم كهربائي ومنظومة حماية ومجموعة بطاريات لخزن الطاقة.

منظومة تحكم رقمية: حيث تم تصميم هذه المنظومة من قبل مدير المركز د.حسين الوائلي وتم ربط المنظومة بجميع المنظومات الاربع لمراقبة وتسجيل القياسات الكهربائية من فولتية وتيار كهربائي إلى درجة حرارة البيئة وشدة الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الخلايا الشمسية. حيث يتم تسجيل هذه القياسات بواقع قراءة في الثانية ومن ثم يتم تحليله ومناقشتها من قبل الطلبة والباحثين للوصول إلى النتائج التي تنعكس على تصميم وعمل المنظومات من الناحية الفنية والاقتصادية.

محطة الأرصاد الجوية: وهذه المحطة مجهزة بالعديد من المتحسسات المتطورة لقياس العناصر البيئية من قبيل درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، سرعة واتجاه الرياح، الضغط الجوي، شدة الإشعاع الشمسي، كمية الطاقة الشمسية، الإشعاع الشمسي المنعكس، وكمية الأمطار الساقطة. ايضا تحتوي هذه المحطة على مجمع ومحول رقمي متصل بالكمبيوتر لتسجيل القياسات المقبلة من المتحسسات وعرضها على شكل جداول ورسوم من خلال برنامج خاص بالمحطة. ومن ثم يقوم الطلبة والباحثين من رصد وتحليل النتائج وربط هذه المتغيرات مع المنظومات الاربع سابقة الذكر.

من ضمن ما قام به الطلبة والباحثون من دراسات في هذا المجال هو كالتالي:

1 - دراسة تأثير الغبار على المنظومات الشمسية وفعالياتها وأدائها وكفائتها.

2 - تأثير الرطوبة النسبية على هذه المنظومات وما يرتبط بقدرتها الإنتاجية.

3 - تأثير الإشعاع الشمسية على إنتاجية المنظومات الشمسية خلال الساعة واليوم والفصل.

4 - تأثير درجة حرارة الجو على عمل المنظومات الشمسية.

5 - تأثير سرعة واتجاه الرياح على المنظومات الشمسية.

6 - استخدام طرق التصميم والبرامج المختلفة لدراسة المنظومات الشمسية من حيث الجانب الفني والاقتصادي.

7 -دراسة جدوى عمل المنظومات الهجينة طاقة شمسية- طاقة رياح وقدرتها على العمل تحت الظروف المناخية في السلطنة.

لقد تم تدريب العديد من الطلبة وتم تشجيعهم على المشاركة في الفعاليات والمؤتمرات المحلية والدولية وقد شارك الطلبة حتى الآن بسبعة أوراق بحثية والعديد من الملصقات. ومن هذه المؤتمرات المؤتمر الدولي في الهندسة الميكانيكية والمعادن والطاقة في دولة الصين ومن المناسب أن نشير الى بعض ما اكتسبه الطلبة من حضور هذا النوع من النشاطات كالتالي:

أشار الطالب سعيد البحري من كلية الهندسة-قسم هندسة الكهرباء والحاسب الآلي: «بحمد الله وتوفيقه شاركت في المؤتمر الدولي في الهندسة الميكانيكية والمعادن والطاقة (ICFMEME 2012) في جمهورية الصين الشعبية (بكين) وذلك في المدة من 20-21-2012م وقد شارك فيه أكثر من 16دولة من كل أنحاء العالم.

في البداية حضرنا الافتتاح المؤتمر وتعرفنا على المشاركين في المؤتمر وكانت بداية طيبة للتعرف إلى أعضاء اللجنة المنظمة للمؤتمر وبعض المشاركين.

وتوزعت فعاليات المؤتمر على يومين حافلين باللقاءات والنقاشات والسجلات العلمية والفكرية وتبادل الخبرات وذلك من خلال جدول أعمال منظم في اليومين.

وقد شاركنا في هذا المؤتمر بورقة عمل بعنوان تأثير الغبار على أداء الخلايا الشمسية (photovoltaic)

وكان المؤتمر متميزا في إدارة جلساته وتنظيم البرامج وأيضا تعزيز التواصل بين الباحثين والممارسين الذين يعملون في هذه المجالات العلمية مع مصلحة مشتركة في تحسين تقنيات الهندسة الميكانيكية والمعادن والطاقة».

كذلك أشارت الطالبة هيفاء المخيلدية من كلية الهندسة-قسم هندسة الكهرباء والحاسب الالي:

«»

أيضا أوضح الاستاذ المشرف د.حسين الوائلي إلى اهمية مشاركة الطلبة في النشاطات العلمية وضرورة حضور المؤتمرات في صقل شخصية الطالب العلمية وتطوير قابلياته. كما اشار د.الوائلي: «إن من المهم والمفرح جدا أن يشارك طلبتنا في المحافل الدولية حيث يتم عرض نتائج أبحاثهم وإيصال نتاج أفكارهم إلى المختصين والتي بدورها تنعكس على الصورة العلمية للطلبة والجامعة، ايضا لابد من التأكيد على هكذا نشاطات ودورها في صقل خبراتهم والتعرف على مختلف الأبحاث والتكنولوجيا في الجامعات المشاركة من مختلف بلدان العالم ونقل صورة إيجابية عن الطالب العماني وتمثيل عمان بصورة مشرقة. وبتصوري لابد من تشجيع طلبتنا على العمل والمشاركة في النشاطات والفعاليات العلمية لاسيما المؤتمرات وورش العمل وغيرها حيث سيؤدي ذلك إلى تطوير خبرات الطلبة وتنمية مهارات العرض والإلقاء عندهم وتبادل المعلومات أثناء هذه النشاطات.

لقد شاركت هذه المجموعة من الطلبة في خمس مؤتمرات محلية ودولية وكان آخرها هذا المؤتمر في دولة الصين، وقد كان أداءهم ونقاشهم موضع اهتمام الحاضرين في المؤتمر لإجادتهم في عرض النتائج ومناقشتها. إن اهتمام السلطنة بأبحاث الطاقة المتجددة ولاسيما الطاقة الشمسية ومشاركة الطلبة في المشروع الذي يموله مجلس البحث العلمي أعطى فرصة كبيرة لطلبتنا للتدريب وتطوير المعرفة للطلبة في هذا المجال.

الطالبة مريم بنت سعيد القاسمية (تخصص الهندسة الكيميائية - السنة الرابعة): لم يعد مفهوم الطاقة المتجددة حكرا على الروايات أو أفلام الخيال العلمي بل هو توجه عالمي لخدمة البشرية جمعاء ولضمان استمرارية الجنس البشري على كوكب الارض الذي بات يعاني من سوء استخدامنا لمصادر الطاقة..لقد أنعم الله علينا في سلطنة عمان بمصادر مختلفة للطاقة المتجددة كطاقة الرياح والطاقة الحرارية الارضية وطاقة الموج والطاقة الشمسية مما حذا بحكومتنا الرشيدة لدعم الجانب البحثي في هذا المجال ويعد مشروع دراسة جدوى استخدام منظومات الطاقة الشمسية (الالواح الشمسية) القائم في جامعتنا أحد أوجه هذا الدعم المقدم من مجلس البحث العلمي والذي سيسهم بالتأكيد في رفع وعي الطلاب بضرورة الحفاظ على موارد الطاقة والبحث عن بدائل وحلول مناسبة للمشاكل البيئية الحالية والناتجة عن استخدام مصادر الطاقة الهيدروكربونية.

بالنسبة لنا كطلاب فإن الانخراط في مثل هذه المشاريع يساهم بشكل كبير في إكسابنا المهارات البحثية والتحليلية في هذا المجال كما يفتح أمامنا آفاقا أرحب للإسهام في الحد من التلوث البيئي.

من خلال عملنا كمجموعة فإننا نقوم حاليا بدراسة مدى تأثير نسب الرطوبة المختلفة على كفاءة الخلايا الشمسية.

وختاما أدعو كافة الطلاب والمهتمين للاسهام بشكل فاعل لنشر ثقافة الحفاظ على الموارد الطبيعية وترشيد استخدام الطاقة للأجيال المقبلة والبحث عن بدائل للملوثات البيئية من أجل غد أفضل.

فاطمة الجابرية

مريم القاسمية

ماجد آل عبد السلام

علي الوائلي

أحمد القيسي

كافيش

شنونة العيسرية

سمارا السعدية

زهرة النعمانية

إيمان العامرية

شريف جاكويسري

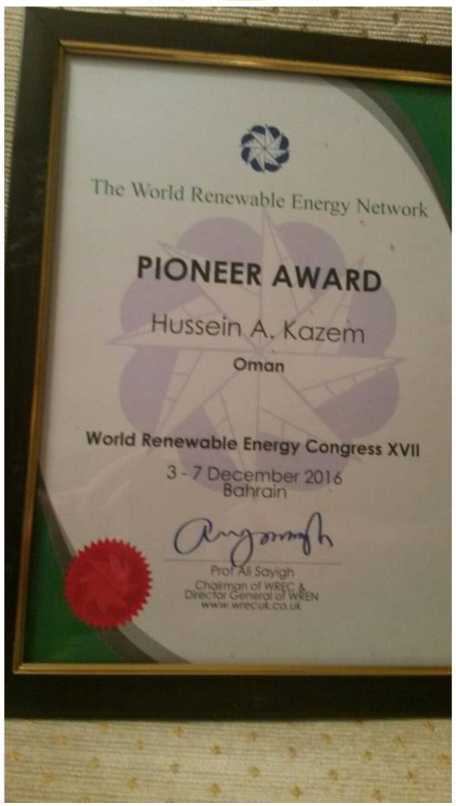
د.حسين الوائلي

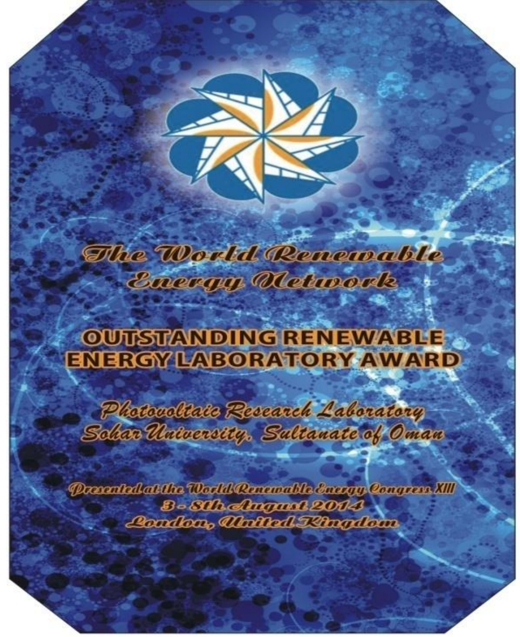
International Awards

- The laboratory has been selected by the World Renewable Energy Congress hold in London-UK on 3-8 August 2014 as one of the recipient for the ***Outstanding Renewable Energy Laboratory Award***. The award is a positive contribution to the R&D in the field of photovoltaic's that deserves our recognition. *The awarded labs are:*

1- “Photovoltaic Research Lab, Sohar University-Sultanate of Oman
2- Sustainable Energy Research Group. Southampton, UK
3- Solar Energy Research Institute, Malaysia
4- Bomass Lab, Universidade, Brazil
5- Hydrogen and Fuel Cell, Sweden
6- Wind Energy-Fluid Mechanics Lab, Technical University of Denmark

- Dr Hussein was awarded on ***2016*** the ***Pioneer Award*** in the World Renewable Energy Congress hold in Indonesia.





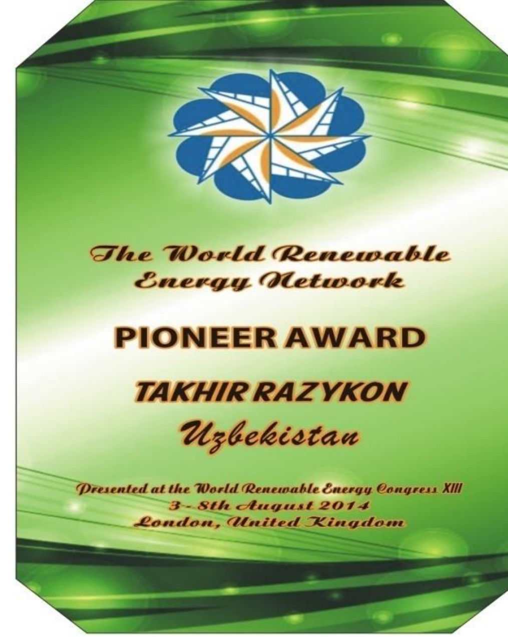
Sustainable Energy Research Group
University of Southampton

Solar Energy Research Institute
National University of Malaysia

Biomass Laboratory
Dept. Engenharia Quimica - Universidade Federal do Ceará, Brazil

Hydrogen & Fuel Cell
Voluo Technology Corporation - Sweden

Wind Energy : Fluid Mechanics Laboratory
Technical University of Denmark



JINSOO SONG
Korea

BAHRAM MOSHFEGH
Sweden

YOGENDER KUMAR YADAV
India

SOOGAP LEE
Korea

KURUVILLA MATHEW
Australia

GIULIANO C PREMIER
Wales

WINFRIED HOFFMANN
Germany

HELMUT F.O. MÜLLER
Germany

Thank you

for your attention !

شكرا, *Merci, muchas gracias,* 謝謝, *dank u,*
감사합니다 , *danke,* शुक्रिया, *grazie,* ありがとう, با
تشکر از شما, спасибо, *teşekkür ederim*

Dr. Hussein A Kazem