



31- 29 المؤتمر الثاني للعلوم الهندسية والتقنية
صدراتة - ليبيا 2019 أكتوبر



دراسة تطبيق الخلايا الكهروضوئية لتغذية حمل

باستخدام - Sunny Design Online Software

أبوبكر علي محمد

قسم الهندسة الكهربائية، المعهد العالي للعلوم والتقنية - سرت، الهيئة الوطنية للتعليم التقني والفني، ليبيا

Bekodabsa52@gmail.com

المخلص

الدائرة المصممه باستخدام المعدة (Sunny Design) تعتمد علي الخلايا الكهروضوئية كمصدر رئيسي لتزويد حمل بالطاقة الكهربائية في مدينة سرت، مع وجود مولد ديزل للمساعدة في حال قصور التوليد من الخلايا، وأيضا للمقارنه بين المولدين من حيث نسب التوليد للطاقة الكهربائية، و كذلك لمعرفة مدى الإعتمادية علي الخلايا الكهروضوئية. يتكون نظام التوليد أيضا من بطاريات لتخزين الطاقه الكهربائية و أيضا محول لتحويل الطاقة المولدة من تيار مستمر إلي تيار متناوب لتزويد الحمل. النتائج التي تم الحصول عليها مبشرة جدا و يمكن الإعتماد علي هذا النظام في ظل وجود وحدات تخزين أكثر لضمان الإستمرارية في التزويد للحمل. أثبتت النتائج أن الطاقة الكهربائية المتحصل عليها من الخلايا الكهروضوئية تصل إلي 4,660 kwh مع زيادة نسبية في التوليد ما بين الاشهر 4- 9 و ذلك لتوفر الإشعاع الشمسي المباشر في هذه الأشهر.

1. المقدمة

مصادر الطاقات المتجددة من أهم البدائل المتاحة للمصادر التقليدية من أجل توفير الطاقة الكهربائية ومن أهمها الطاقة الشمسية، الرياح و الطاقة الكهرومائية. إتجاه العالم لهذه المصادر جاء بعد إكتشاف تأثر الغلاف الخارجي سلبيا للكرة الأرضيه من الغازات الضارة مثل ثاني اكسيد الكربون التي تتبعث من الإحتراق و خاصة من إحتراق الوقود التقليدي لتوليد الكهرباء^[1]. تعتمد الطاقة الكهربائية المتولدة من الخلايا الكهروضوئية علي توفر الإشعاع الشمسي المسلط علي موقع الحمل، أو الموقع الجغرافي، مع عدة عوامل أخرى كزاوية الميل عند تركيب الخلايا أو نظام تتبع أشعة الشمس^[2]. تعددت الدراسات في مجال إستخدام مصادر الطاقات المتجدده لتوليد الكهرباء و ذلك للحد من ظاهرة الإحتباس الحراري و أيضا لتقليل كلفة الطاقه الكهربائيه، إلا أن معايرة أنظمة التوليد لهذه المصادر تحتاج إلي المزيد من الدراسات خاصة في ليبيا. من هنا جاءت فكرة هذه الدراسة و إمكانية تطبيق إستخدام نظام توليد يعتمد علي الخلايا الكهروضوئية و تحليل إدارة تزويدها بالقدرة لحمل. وذلك بإستخدام برنامج محاكاة يتم تثبيته على جهاز كمبيوتر و البرنامج يسمى (Sunny Design) وهذا البرنامج يقوم بمعرفة مدى كفاءة النظام المركب لمصادر الطاقات المتجددة و قدرتها على تغذية حمل.

1.1 أهداف الدراسة

1. دراسة وتقييم مدي تركيز الإشعاع الشمسي في ليبيا المسلط في موقع الحمل في مدينة سرت.
2. تصميم دائرة لنظام توليد مركب يتكون من خلايا كهروضوئية ومحرك ديزل لتغذية الحمل وذلك بإستخدام سوفت وير (Sunny Design) صمم خصيصا مسبقا لهذا النوع من الأنظمة سيتم تعريفها و ذكر خصائصها لاحقا في هذه الدراسة.
3. تحليل نتائج النظام المصمم و معايرة مدي فاعلية النظام وكفاءته ومدي قدرته في تزويد الحمل والإعتماد عليه مستقبلا.

2. المنهجية

أعتمدت منهجية الدراسة للإجابة علي الأسئلة الأتية : -1- هل من الممكن الإعتماد علي الطاقة الشمسيه في توليد الطاقه الكهربائيه؟. -2- مامدي إمكانية إستخدامها أو تطبيقها في ليبيا ؟. -3- ماهي السبل الممكنة لمعايرة هذه التطبيقات؟. و بكلمة أخرى هل يمكن الإستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائيه كنظام توليد رئيسي أو مساعد؟

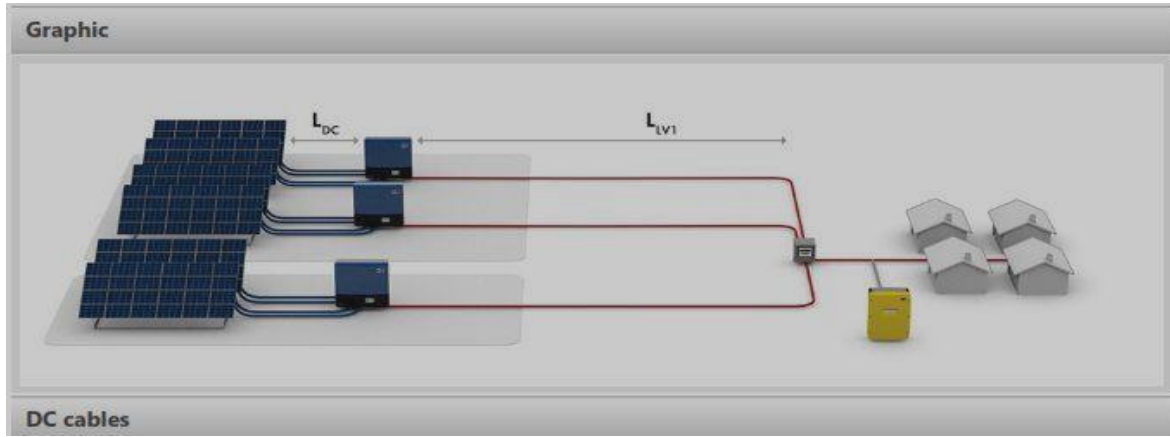
1.2 البرنامج المستخدم لتصميم الدائرة (sunny Design)

هي عبارة عن معدة (برنامج محاكاة) حديثة جدا يتم استعمالها بطريقتين, الأولى بالإتصال المباشر بالإنترنت و الثانية بتثبيتها علي أجهزة الحاسوب و من ثم الإتصال بالإنترنت^[3]. و من أهم خصائص هذه المعدة تصميم أنظمة مركبة و ترتكز في تصميمها علي الخلايا الكهروضوئية, بالإضافة إلي خاصية التخطيط و الحسابات. و من عملية المحاكاة, المعدة تأخذ بعين الإعتبار كل الجوانب التقنية من حيث: كفاءة التوليد للنظام المصمم, كفاءة المحولات, القدرة المستهلكة و أيضا مفاوید القدرة. تتلخص خصائص البرنامج المستخدم, و النتائج الممكن الحصول عليها من عملية المحاكاة فيما يلي: -1- ما هي أحجام الأنظمة التي تستطيع ان تزود الحمل من حيث القدره المولده؟ -2- تقدير و نسبة الحفاظ علي الوقود المستخدم من الانظمة التقليدية في ما إذا تم إستخدام الخلايا الكهروضوئية. -3- تقدير أحجام الاسلاك الكهربائيه. -4- معايرة للنظام المصمم. -5- تحليل مستوي كفاءة نظام التوليد. -6- إستخلاص بيانات الإشعاع الشمسي لموقع الدائرة المصممة أي لا داعي لإستخلاصها من وكالة ناسا للإرصاد الجوي^[3].

2.2 الدائرة المصممة

عند تصميم نظام توليد القدرة يجب مراعاة الحمل في ذلك و يتوجب علي مصادر التوليد إستمرارية تزويد القدرة دون إنقطاع. يجب أن تتوفر عدة عوامل في الدائرة المصممة من كفاءة, و أيضا مرونة في إختيار المولدات بحسب توفر القدرة من المصادر التقليدية و المتجددة و ينتج عن ذلك تخفيض الكلفة الكلية لسعر القدرة. في هذه الأنظمة (المركبة) أيضا يجب أن تتوفر ميزة الحفاظ علي تقليل كلفة صيانة مولدات الديزل المستخدمة, و أيضا ميزة التقليل من إستهلاك

وقودها، بالإضافة إلى ذلك يجب توفر قابلية توسيع الدائرة حسب زيادة الحمل و إستيعابه في المستقبل. و يمكن حدوث هذا بزيادة عدد الخلايا كهروضوئية المستخدمة^[4]. تتطلب عملية المحاكاة بإستخدام هذه المعدة إلى عدة متغيرات لإستخراج النتائج و هي: -1- موقع الحمل (خط العرض + خط الطول). - 2- تفاصيل الحمل. - 3- الإشعاع الشمسي الواصل للخلايا الشمسية. الذي يتم إستخلاصه بواسطة هذا البرنامج. و عليه تتم عملية المحاكاة للحصول علي أفضل نظام لتزويد الحمل مع أخذ الكفائه بعين الاعتبار في الحسابات. الشكل رقم (1) يوضح الدائرة المبدئية المصممة بإستخدام معدة (Sunny Design).



شكل رقم (1): الدائرة المصممة

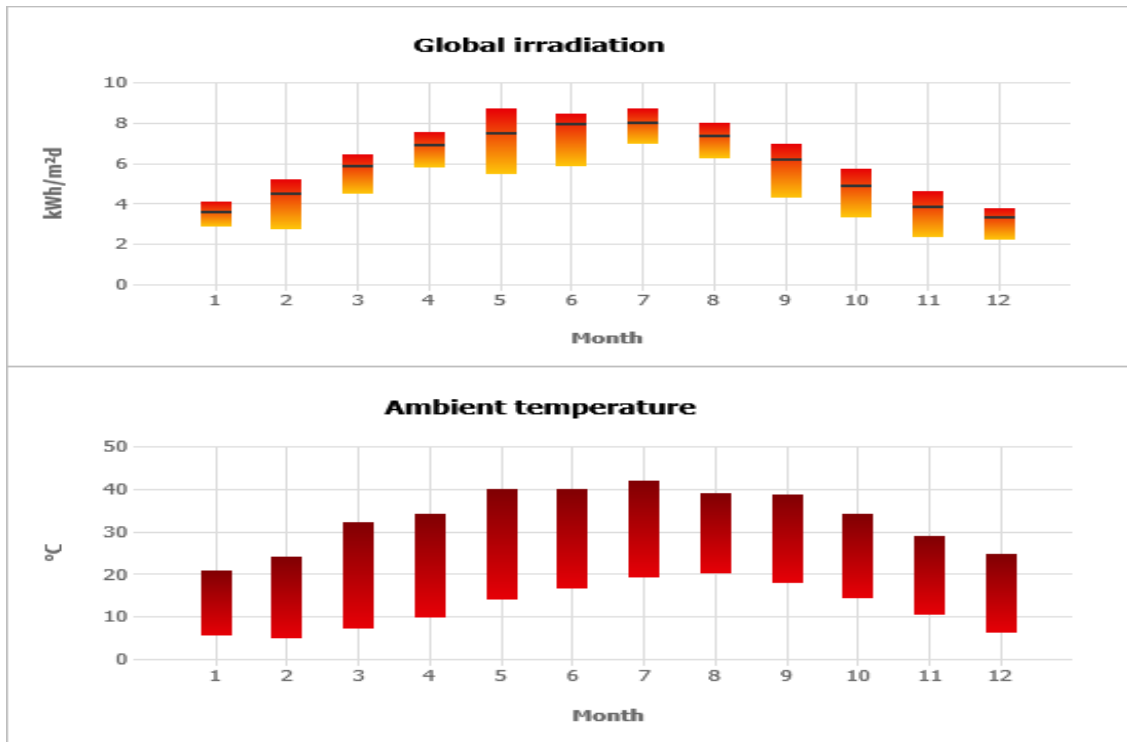
1.2.2 موقع الحمل وبيانات الإشعاع الشمسي

من المهم جدا معرفة قيمة الإشعاع الشمسي المسلط علي موقع الحمل، و للحصول علي هذه القيم تم إدراج أسم القارة و أسم البلد و المدينة كما موضح بالشكل رقم (2) أدناه. يجب إختيار القارة أولا للحصول علي قائمة الدول المندرجه فيها و من ثم إختيار المدينه و علي الإختيارات أعلاه تعطي المعدة نظام التوصيل للشبكة العامه (230-400 فولت). بالإضافة إلى ذلك تعطي المعدة نسبة درجة الحرارة المسلطه سنويا علي موقع الحمل، و أيضا المتوسط الذي يمكن أن تصل إليها درجات الحرارة المحتمله فالسنه، و هي (5 درجات و 30 درجة و 42 درجة). يوضح الشكل رقم (2) قيمة الإشعاع الشمسي الواصل إلى موقع الحمل سنويا و تصل إلى (2,092.12 kwh/m2a). من الملاحظ أيضا بالشكل إرتفاع شدة الإشعاع الشمسي خلال الأشهر (2- 10) تدريجيا.

Meteorological data

The location is **Sirte in Libya (Africa)**

The annual total of global irradiation equals **2,092.12 kWh/m²a**



شكل رقم (2): القيمة السنوية للإشعاع الشمسي و متوسط درجات الحرارة لموقع الحمل

2.2.2 تفاصيل الحمل

في ما سبق تم ذكر أن تصميم الدائرة المركبة لنظام التوليد يعتمد أساسا علي الحمل المراد تغذيته أي إنه يتم إختيار مولدات القدرة علي أساس سحب القدرة أو القدرة المستهلكة مع مراعاة إحتماالية زيادة الحمل علي المدى الطويل. و علي ماسبق تم إختيار منزل في مدينة سرتا ليبيا لإجراء الدراسة عليه. تم إختيار منزل بعدد 5 أفراد في البرنامج (Sunny Design) وعلي ذلك تتم عملية إختيار القدرة المستهلكة المتوقعة أو المقدره و هي كما موضح بالشكل رقم (3) أذناه تصل إلي (9.8 Kw) و تصل إلي قيمة (6200 Kwh) سنويا الذي بدوره تتم عملية المحاكاة عليه مع العلم إن هذا الحمل متصل بالشبكة الرئيسية للكهرباء. من المهم جدا أن يكون هذا الحمل متصل مسبقا بالشبكة

الرئيسية للكهرباء و ذلك لمعرفة تأثير النظام الهجين المصمم في عملية المحاكاة و هل يمكن للحمل الإعتماد علي هذا النظام أو لا، و مقارنة النتائج بينهما. و تم إختيار أعلى قدرة يمكن إستهلاكها لهذا الحمل بقيمة (9.8 Kw).

Load profile details

Type of load profile*

Private household Own load profile

Load profile **Annual energy consumption**

5-person household 6200 kWh

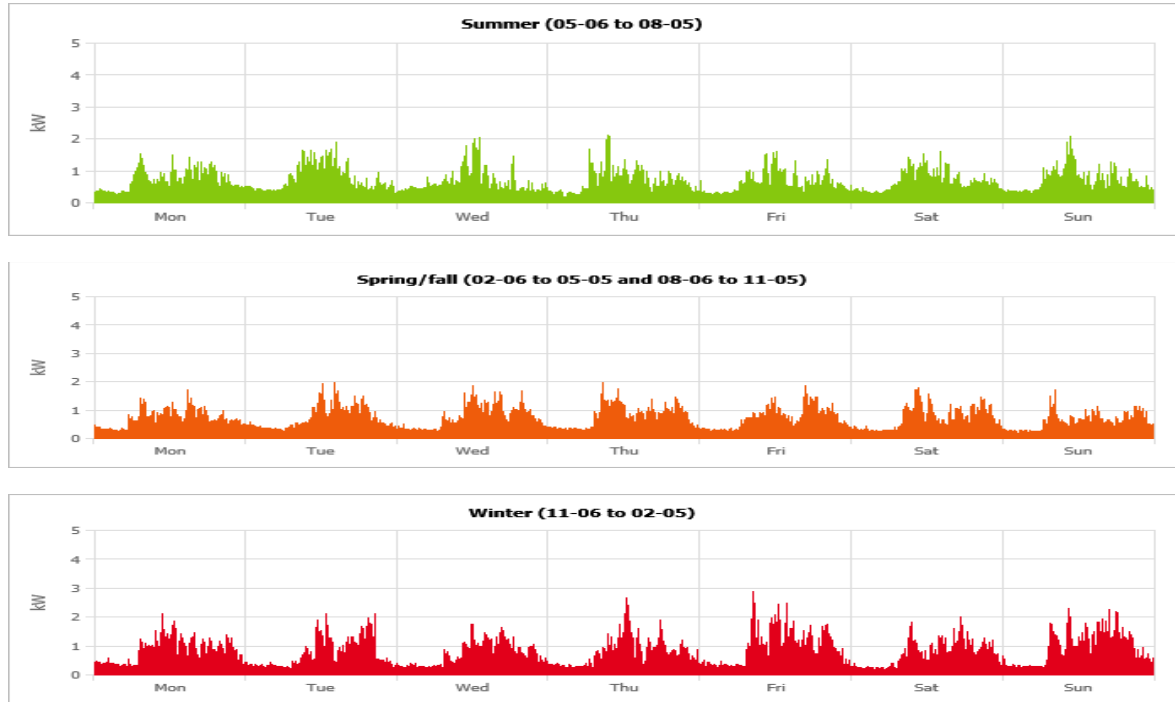
Description

Private household with typical load peaks at lunchtime and further consumption increases in the morning and evening. **30 minute power** 9.8 kW

شكل رقم (3): تفاصيل الحمل

و علي ما تقدم من تحاليل يمكن للمعدة إعطاء قيمة لمتوسط الإستهلاك الأسبوعي لكل فصل في السنة و الشكل رقم (4) يعطي قيمة متوسط هذه الإستهلاكات. من الطبيعي جدا زيادة نسبة الإستهلاك للقدرة في فصلي الشتاء و الصيف وذلك لزيادة إستخدام أنظمة التبريد و التدفئة و هذا مبين في الشكل رقم (4) أدناه.

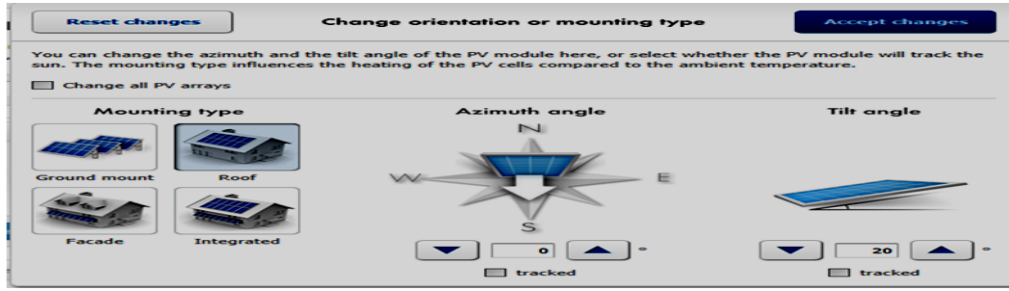
Average weekly profile by seasons



شكل رقم (4): معدل متوسط القدرة المستهلكة في المنزل إسبوعيا حسب الفصل السنوي

3.2.2 ضبط الألواح الكهروضوئية للنظام

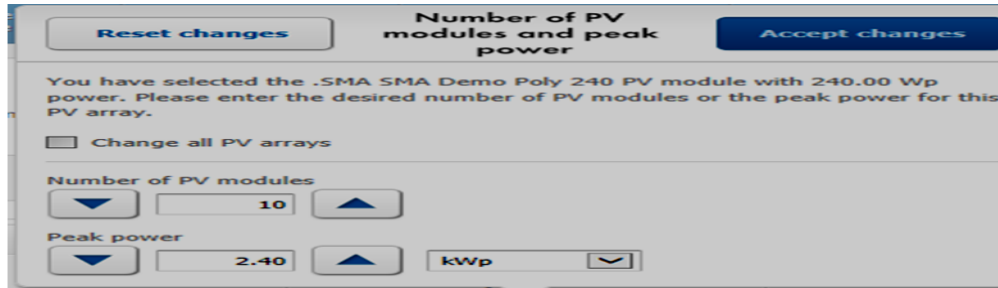
من المهم جدا في عملية تركيب الألواح الشمسية تعديل زاوية الميل لإستقبال الاشعاع الشمسي المباشر و ذلك للحصول علي أعلى قدرة. و يبين الشكل رقم (5) إتجاه و زاوية الإنحناء (بإتجاه الجنوب خط الإستواء) للألواح المستخدمة في النظام المصمم.



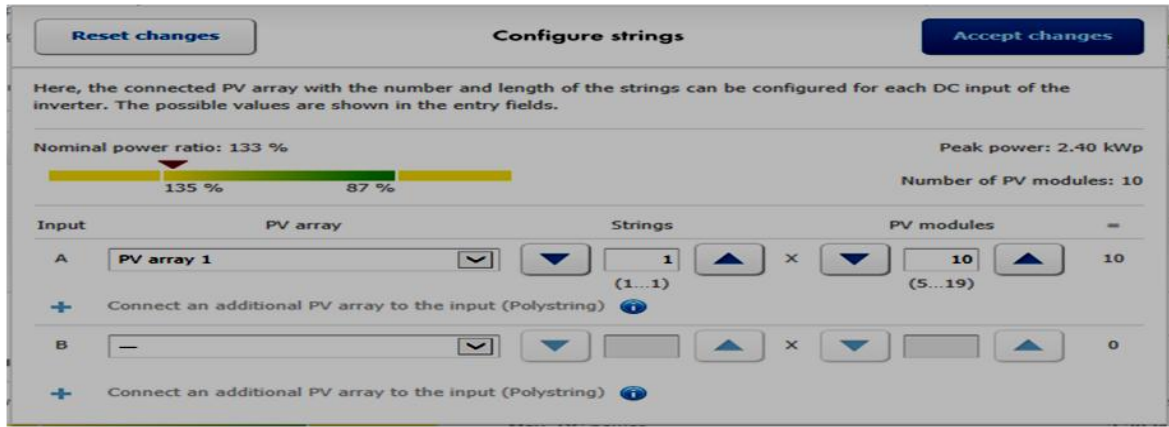
شكل رقم (5): إتجاه و زاوية الإنحناء للألواح الكهروضوئية

4.2.2 عدد الألواح الشمسية المستخدمة في النظام المصمم

من أهم المركبات لهذا النظام هي الألواح الكهروضوئية، للبرنامج المستخدم في عملية التحليل خاصية الإختيار من بين عدة شركات مصنعه و عالميه للألواح الكهروضوئية، بالإضافة إلي إستعراض خصائصها من حيث الكفاءة و الكلفه الأولية. من المهم أيضا تحديد عدد الألواح التي سيتم إستخدامها في الدائرة والتي حددت بعدد (10) ألواح بقدره محتمله تصل إلي (2.40 kwp)، يبين الشكل رقم (6) و الشكل رقم (7) هذه العملية.



شكل رقم (6): عدد الألواح المستخدمة في النظام



شكل رقم (7): عدد الألواح المستخدمة في النظام بنسبه القدرة

5.2.2 المحول

من أهم الخصائص البرنامج إمكانية إختيار عدة انواع لعدة شركات عالميه لتصنيع المحولات وفي هذا النظام تم إختيار أنسب محول و ذلك بالإستعانة بالبرنامج. الشكل رقم (8) أدناه يوضح خصائص المحول المختار بكفائه تصل إلي (84.9 %)، و قدرة كليه تصل إلي (3.20 Kw).


Type	1. PV array 1	2.	3.	Displacement power factor cos φ	Limitation of AC active power
1 x SB 3000TL-21 PV system section 1	10 / 10 A: 1 x 10			1.00	3.00 kW

Details		Peak power: 2.40 kWp	Nominal power ratio: 133 %	Energy usability factor: 100 %
Performance				
Nominal power ratio: 133 %				
Inverter efficiency: 95.8 %				
Annual energy yield: 4,659.70 kWh				
Spec. energy yield: 1942 kWh/kWp				
Performance ratio: 84.9 %				
PV/Inverter compatible				
Parameter	Inverter	Input A	Input B	Input C
Max. DC power	3.20 kW	2.40 kWp	---	---
Min. DC voltage	125 V	242 V	---	---
Typical PV voltage		263 V	---	---
Max. DC voltage (Inverter)	750 V	392 V	---	---
Max. DC current (A/B)	15/15 A	8.1 A	---	---

شكل رقم (8): خصائص المحول

6.2.2 البطاريات

صمم البرنامج بالعديد من الخيارات و الأنواع للبطاريات و من بين هذه الخيارات تم إختيار بطارية ذات كفاءة عالية مع مراعاة مواصفاتها. الشكل رقم (9) يوضح نوع نظام التخزين للقدرة و التي تصل إلي (37.75 Kwp).

Storage system			
<input type="checkbox"/> Multicuster Box		Device filter	
Device*	Description	Settings	
 3 x Sunny Island 6.0H	For increased self-consumption and to ensure the electricity supply for farming or commercial enterprises. Backup power: 13.8 kW, nominal battery voltage: 48 V	Batteries: Lead Capacity: 37.75 kWh Of which can be utilized: 50 %	

شكل رقم (9): مواصفات البطاريات المختارة

7.2.2 مولد الديزل

من المهم أيضا إدراج المولد وذلك لغرض المقارنة من حيث قيمة القدرة المولده، الكفاءه و أيضا معرفة قيمة نسبة الوقود الذي تم توفيره. الجدول رقم (1) أنه يوضح نوع المولد المختار بقدرة تصل إلي (11 Kw) و بمعدل إستهلاك للوقود تصل إلي (3.2 l/h) في أقصى قدره مولده.

جدول رقم (1): خصائص مولد الديزل

Genset				
In off-grid systems, a genset can also be operated parallel to the PV inverter and to the storage system. You can select whether a genset is to be taken into account for this project here. The genset can be configured here.				
<input checked="" type="checkbox"/> Take genset into account				
Genset				
Name	Apparent power	Active power	Fuel consumption at nominal power	Genset efficiency at nominal power
Genset	13.8 kVA	11 kW	3.2 l/h	3.45 kWh/l

8.2.2 حجم الأسلاك

لتوصيل النظام لابد من إختيار حجم الأسلاك الكهربائية بدقة و ذلك لمراعاة عدم فقدان القدره المولده. و لأهمية هذه المرحلة و أيضا بالنظر إلي الكلفة تم إختيار سلك بطول (20 M) موصل من الألواح الكهروضوئية إلي المحول وسلك بطول (10 M) موصل من المحولات إلي نظام التخزين أو الحمل. و تقريبا وصلت معدل فقدان القدرة الكلية في هذه الأسلاك إلي (36.77 W).

جدول رقم (2): حجم الأسلاك للنظام

Wire sizing

Power loss of the selected wire sizing can be calculated here. SMA Solar Technology AG recommends a relative power loss with rated operation of less than 1% on the AC side or the DC side. In the case of a three-phase current connection, the influence of different displacement power factors is not taken into account. When selecting the conductor cross-sections, observe the national and international standards (such as VDE, NEC, etc.).

Overview

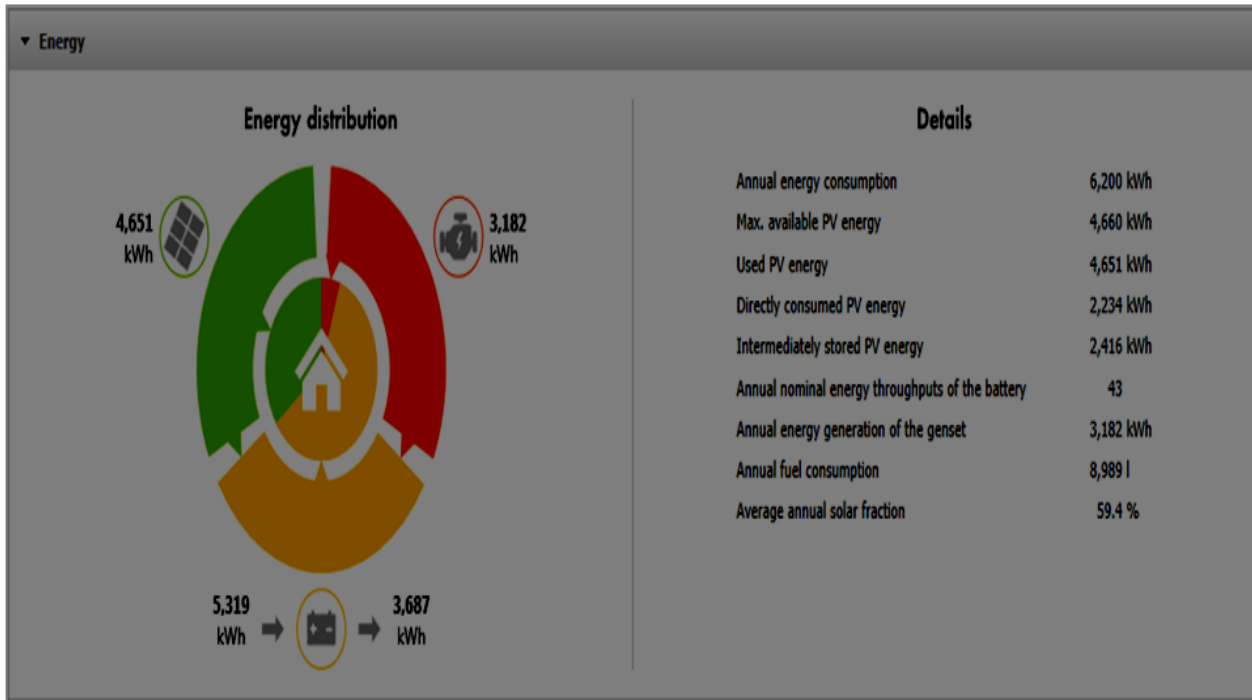
Project subdistribution available (LV3)

Subproject subdistributions (LV2) can be configured on the "Lines LV2" tab.

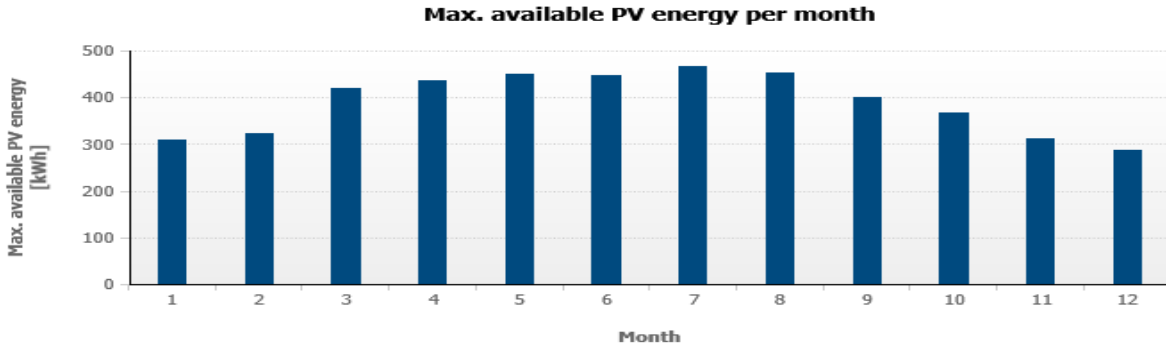
	DC	LV	Total
Power loss at nominal operation	15.52 W	21.24 W	36.77 W
Rel. power loss at rated nominal operation	0.67 %	0.96 %	1.63 %
Total cable length	20.00 m	10.00 m	30.00 m
Cable cross-sections	1,5 mm ²	1,5 mm ²	1,5 mm ²

3. النتائج و التحليلات

يوضح الشكل رقم (10) الطاقة المستهلكة بشكل سنوي من الطاقة المولدة للنظام المصمم، حيث وصلت قيمة الطاقة المتولدة من الألواح الكهروضوئية إلى (4.651 kwh). في حين وصلت الطاقة المستهلكة إلى (6.200 kwh). بالنظر أيضا إلى قيمة الإستهلاك المباشر للطاقة المولدة من الألواح تصل إلى (2.234 Kwh).



شكل رقم (10): الطاقة المتولدة وتغذيتها للحمل



شكل رقم (11): الطاقة المتولدة في كل شهر للألواح الكهروضوئية

4. الخلاصة

تعتبر النتائج مبشرة جدا للنظام المصمم و ذلك لتوفر الطاقه الكهريائيه المزوده من الألواح الكهروضوئيه. من الملاحظ في الشكل رقم (11) زيادة نسبة التوليد للطاقة الكهريائيه في الأشهر من (4-9) و تراوحت الطاقة المولده من (434-466kwh) و السبب بسيط جدا و هو توفر الإشعاع الشمسي الكثيف و الذي أدى الي زيادة كفاءة التوليد للنظام. من أهم اهداف هذه الدراسه كان تقييم و دراسة إمكانية استخدام الطاقة الشمسيه كمصدر بديل للطاقة الكهريائيه أو مساعد للأنظمه التقليديه في ليبيا، و هو ما تم تحقيقه في النتائج أعلاه. بالإضافة إلي ذلك تمت الإجابة علي أهم أسئلة هذه الدراسه و هو : هل من الممكن الإعتماد علي مصادر الطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسيه في توليد الطاقه الكهريائيه؟ و بالنظر إلي السؤال الثاني لهذه الدراسه و هو: مامدي إمكانية استخدامها أو تطبيقها في ليبيا ؟ فإن الإجابة تعتبر إيجابيه خاصة للطاقة الشمسيه و ذلك لتوفر كميات كثيفه من الإشعاع الشمسي الواصل إلي ليبيا الذي يمكن الإعتماد عليه لتوليد الطاقه الكهريائيه.

5. المراجع

- [1] Gungor V C, Lu B, and Hancke G P 2010, Opportunities and Challenges of Wireless Sensor Networks in Smart Grid. (IEEE Transactions on Industrial Electronics vol 57) pp. 3557-3564.
- [2] Zhou W, Lou C, Li Z, Lu L, and Yang H 2010, Current status of research on optimum sizing of stand-alone hybrid solar-wind power generation systems (Applied Energy vol 87) no. 2, pp. 380- 389.
- [3] Sunny Design Web, Retrieved: November 26,2017. <https://www.sunnydesignweb.com/sdweb/#/>
- [4] Khanfara, M., Bachtiri, R.E., Boussetta, M. and Hammoumi, K.E. (2018). Economic Sizing of a Grid-Connected Photovoltaic System: Case of GISER research project in Morocco. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 161, p.012006.