

## تصميم وتنفيذ دائرة لتقييم أداء لوح شمسي وعرض

### النتائج

## بيانياً على Matlab في ظروف الساحل السوري

الباحثة: \* م. فاطمه علي حبه الباحثة: م. يولا رامز  
جوهرة

كلية: الهندسة التقنية - جامعة: طرطوس

#### المخلص

عملنا في هذا المقال على توصيف النموذج الرياضي وتحليل ودراسة أداء اللوح الشمسي HYM\_020M عن طريق الحصول على بارامتراتة بواسطة دائرة متحكم ARDUINO وبرنامج Matlab فقد تم اختبار اللوح الشمسي ضمن الشروط المخبرية والقيم الواردة في نشرة الصانع وذلك باستخدام النموذج العام للوح الشمسي المعتمد والذي تم نمذجته باعتماد Matlab Simulink وعرض المنحنيات الناتجة I.V و P.V للوح عند الشروط النظامية من درجة الحرارة المحيطة  $T_a$  و شدة الإشعاع الشمسي  $G$  التي وجدنا أنها غير ثابتة أي تتغير من منطقة إلى أخرى حيث أن أشعة الشمس تتغير وفق الوقت والموقع الجغرافي فهذا سوف يؤثر على تيار الخلية وكذلك على كفاءة الخلية الشمسية نفسها في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية ، كما أن زيادة حرارة الخلية الشمسية سوف تؤدي إلى انخفاض كمية الطاقة المنتجة من قبل الخلية، قمنا بتصميم دائرة إلكترونية لإمكانية اختبار اللوح الشمسي عند تغير هذه الظروف من حرارة وشدة إشعاع شمسي وذلك في ظروف الساحل السوري (الذي يسيطر عليه مناخ البحر الأبيض المتوسط و يتصف بشتاء معتدل نسبياً وماطر وصيف حار ورطب ، حيث يتميز فصل

**الصيف في سوريا بسماء صافية مع درجات حرارة مرتفعة )**، وقد تم تنفيذ الدارة من عناصر منخفضة الكلفة وإضافة ما يلزم لتعويض الخطأ الذي نجم عن انخفاض الدقة بسبب تغير الظروف المناخية المحيطة، وحصلنا على قراءات الجهد والتيار والحرارة والإشعاع بواسطة الحساسات المربوطة إلى الأردوينو وبالنتيجة إن التغير في هذه القيم يظهر على شكل تغير في قيمة الجهد لذلك يقوم الأردوينو بتحويل هذه القيم إلى القيم المطلوبة من (تيار ، جهد اللوح الشمسي، درجة الحرارة، شدة الإشعاع الشمسي) بالاعتماد على الكود البرمجي الخاص بالحساس والحصول على هذه النتائج بعد توصيل الحمل المناسب، و حفظ البيانات في ملف اكسل ليتم تحليلها ونقلها إلى نموذج الخلية الشمسية في Simulink.

الكلمات المفتاحية: لوح شمسي، Matlab، الساحل السوري، الإشعاع الشمسي، الحرارة.

\*ماجستير في الأتمتة والتحكم الآلي، قسم الأتمتة الصناعية ، الهندسة التقنية،  
جامعة طرطوس.

## **Design and Implement a solar panel performance circuit and display of results Graphically on Matlab in the conditions of the Syrian coast**

### **Abstract**

In this article, we worked on the characterization of the mathematical model and the analysis and study of the performance of the solar panel HYM\_020M by obtaining its parameters by arduino control circuit and Matlab program, the solar panel was tested within the laboratory conditions and values contained in the manufacturer's bulletin using the general model of the certified solar panel, which was modeled with the adoption of Matlab Simulink The resulting curves I.V. and P.V. are displayed at the regular conditions of the ambient temperature and the intensity of solar radiation G which we found to be unstable any change from one region to another as the sunlight changes according to time and geographical location this will affect the cell current as well as the efficiency of the solar cell itself in converting solar energy into electric energy, and the increase in the temperature of the solar cell will lead to a decrease in the amount of energy produced by the cell, We have designed an electronic circuit for the possibility of testing the solar panel when these conditions change from the heat and intensity of solar radiation in the conditions of the Syrian coast (controlled by the Mediterranean climate and characterized by a relatively mild winter and hot and humid summer rain, where summer in Syria is characterized by clear skies with high temperatures), The circuit was implemented from low-cost elements and added to compensate for the error caused by the decrease in accuracy due to the change in the surrounding climatic conditions, and we obtained voltage, current, heat and radiation readings by sensors attached to the Erdino and as a result the change in these values appears in the form of a change in the value of the voltage so the Erdino converts these values to the values required of (current, solar panel effort, temperature, intensity of solar radiation) Relying on the sensor code and obtaining these results after delivering the appropriate load, save the data in the Excel file to be analyzed and transferred to simulink's solar cell model.

Key words: solar panel, matlab, Syrian coast, solar radiation, heat.

## 1. المقدمة introduction:

توفر الطاقة المتجددة المتمثلة في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الأمواج وغيرها حلولاً جديدة لاحتياجات الطاقة المتزايدة وتعتبر الطاقة الشمسية من أفضل الطاقات المستخدمة وأكثرها شيوعاً حيث تتضمن تقنية الخلايا الكهروضوئية والتي تقوم بتوليد الطاقة الكهربائية من الإشعاع الشمسي مباشرة إلى تيار مستمر DC عن طريق استخدام مواد شبه موصلة مصنوعة من السيليكون أحادي أو متعدد البلورات. [2],[10]

ونظراً لتعرض هذه الخلايا إلى بعض الظروف البيئية (درجة الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي) والعوامل الخارجية المؤثرة على أداءها وكفاءتها فمن الضروري ملاحظة أدائها تحت تأثير هذه الظروف وذلك من أجل تأمين حسابات دقيقة للنظم الشمسية التي يطلب منها تغطية أحمال محددة ضمن ظروف الساحل السوري (حيث يتراوح معدل درجة الحرارة في المنطقة الساحلية من من (10-12) درجة مئوية في شهر كانون الثاني ويرتفع إلى (26) درجة مئوية في شهر تموز ، بينما يتراوح معدل درجة الحرارة الصغرى في هذه المنطقة بين (8-6) درجة مئوية في شهر كانون الثاني وبين (22-20) درجة مئوية في شهر تموز . أما معدل درجة الحرارة العظمى فتتراوح بين (17-15) درجة مئوية خلال شهر كانون الثاني وترتفع لتصل إلى (29-28) درجة مئوية خلال شهر تموز بينما يبلغ معدل الإشعاع الشمسي  $1825 \text{ kw/m}^2$  وتتراوح فترة سطوع الشمس بين ( 2800-3270 ) ساعة بالسنة وعدد الأيام الغائمة السنوية بين 38 و 45 يوم في السنة). [ ]

يتم في العادة القيام بعملية نمذجة الخلايا الكهروضوئية أي تمثيل سلوكها من خلال معادلات رياضية والتي تعطي تيار الخلية كتابع لجهدا وتعرف بمنحنيات الخصائص المميزة للخلية.

تمثل هذه المعادلات في الواقع سلوك العناصر الكهربائية في الدارة المكافئة للخلية الكهروضوئية والتي تعطي مؤشرات الأداء لها كقيمة أقصى قدرة ممكنة وكفاءة الخلية وفق شروط محيطية محددة.[4]

تصف أحد الأوراق البحثية أداة افتراضية تعتمد على شريحة أردوينو تراقب بارامترات اللوح الشمسي باستخدام حساسات الجهد والتيار وقياس شدة الإشعاع والحرارة ورسم المنحنيات تحت ظروف التشغيل الحقيقية باستخدام برنامج Labview [1]. تتشابه هذه الدراسة مع دراستنا باستخدام المتحكم أردوينو و تختلف بنوع الحساسات وتحصيل البيانات باستخدام excel و Matlab والظروف التي تمت بها الدراسة.

و تصف ورقة بحثية أخرى أداة افتراضية تعتمد على شريحة أردوينو تراقب بارامترات اللوح الشمسي باستخدام حساسات الجهد والتيار وقياس شدة الإشعاع والحرارة ورسم المنحنيات وتحصيل البيانات باستخدام برنامج excel [2]. تتشابه هذه الدراسة مع دراستنا باستخدام المتحكم أردوينو و تختلف بطريقة رسم المنحنيات باستخدام Matlab والظروف التي تمت بها الدراسة.

## 2. هدف البحث:

الهدف الأساسي هو تنفيذ جهاز لتقييم أداء لوح شمسي في ظروف الساحل السوري (عند درجة حرارة بين 35 و40 وشدة اشعاع متغيرة من شهر لآخر) ويمكن استخدام الدارة المصممة في ظروف أخرى وذلك عن طريق قياس بارامترات اللوح من درجة حرارة وشدة إشعاع شمسي بواسطة حساسات متصلة مع متحكم اردوينو، ثم ربط هذه الأجهزة مع الحاسب لتخزين البيانات المقاسة في ملف excel لاستخدامها في نمذجة الخلية وعرض هذه النتائج باستخدام Matlab، حيث تتم دراسة أداء الخلايا الكهروضوئية انطلاقاً من الدارة المكافئة للخلية من خلال تمثيل معادلات الخصائص المميزة لها في مكتبة Simulink ببيئة Matlab وعرض هذه المنحنيات بيانياً.

## 3. أهمية البحث:

#### أهمية البحث:

تم عرض نموذجاً رياضياً في هذا المقال عمالماً للوح كهروضوئي يمكن استخدامه في الدراسات والتطبيقات التي تستخدم الألواح الكهروضوئية حيث يمتاز هذا النموذج بأنه يعتمد على البارامترات الموجودة في نشرة الصانع الخاصة بالألواح، إذ يكفي إدخال بارامترات أي لاقط لنحصل على خصائصه ومنحنيات V-I و P-V عند درجة الحرارة المحيطة  $T_a$  و شدة الإشعاع الشمسي G وذلك بالاعتماد على Simulink في بيئة Matlab لتمثيل النماذج الرياضية للألواح الكهروضوئية.

#### 4. مواد البحث:

تم استخدام قطع كهربائية والإلكترونية ذات سعر وتكلفة منخفضة:

- شريحة اردوينو uno
- حساس التيار
- حساس الجهد
- مقاومة ضوئية LDR
- حساس الحرارة
- لوح شمسي
- برنامج Arduino ID

#### 4-1 معايير المقاومة الضوئية:

تمت معايرة المقاومة الضوئية تجريبياً بوجود جهاز الإشعاع الشمسي ومقياس الافومتر وذلك بوضع جهاز الإشعاع الشمسي والمقاومة في نفس شدة الإضاءة ثم قياس قيمه المقاومة باستخدام جهاز الافومتر عند ذلك الإشعاع والاختبار عند قيم مختلفة لشدة الإشعاع

الشمسي. [5],[6].

وقد تم الحصول على القيم التالية كما يظهر في الجدول (1):

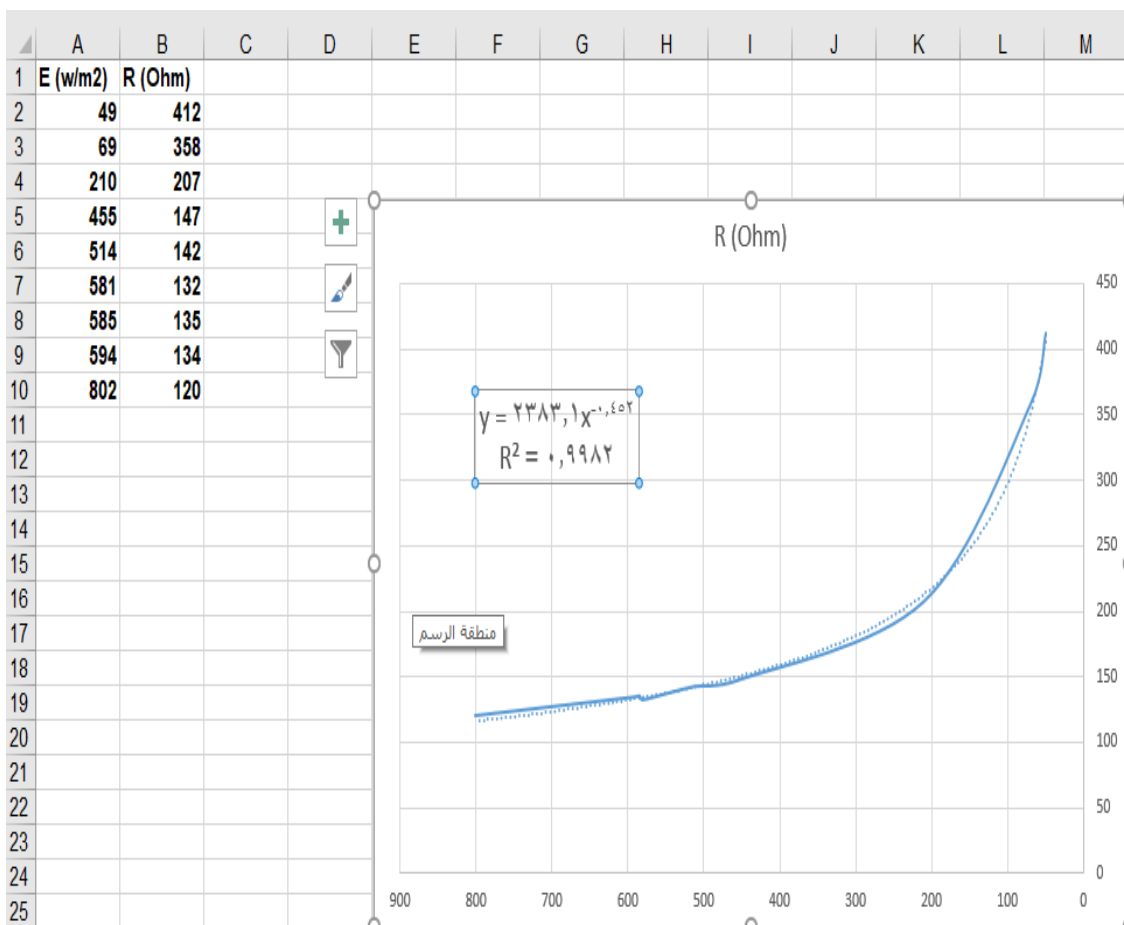
الجدول (1)

E(w/m <sup>2</sup> )	R(ohm)
49	412
69	358
210	207
455	147
514	142
581	132
585	135
594	134
802	120

وقد تم إيجاد المعادلة المطلوبة عن طريق برنامج Excel:

$$\gamma = 2383x^{0.452} \quad (1)$$

$$R^2 = 0.9982 \quad (2)$$



الشكل (1) نموذج إيجاد معادلة المقاومة الضوئية المكافئة باستخدام EXCEL

حيث تمثل القيمة  $E$  شدة الأشعاع الشمسي ب  $(w/m^2)$  والقيمة  $R$  هي قيمة المقاومة الضوئية ب  $(ohm)$  .

وللتحقق من أن المعادلة المستنتجة تمثل المعطيات التجريبية بدقة مقبولة تم إيجاد معامل الارتباط في الحالة التجريبية وفق المعادلة (2)، وبالتالي تكون المعادلات المستنتجة تمثل المعطيات التجريبية بدقة عالية، وفق جزء الكود التالي نحصل على القيمة المطلوبة:

lightanalog=analogRead(A0);

القيمة التشابهية التي يقرأها المتحكم



$light1=lightanalog*5;$ $light1=light1/1000;$ $light2=(5-light1);$ $light3=light1*7400;$ $light=light3/light2$	معايرة القيم المقروعة من الدخل التشابهي مع مجال المتحكم المستخدم وقيمة المقاومة الضوئية.
--	--

#### 2-4 حساس الحرارة LM335:

هذا الحساس عبارة عن مجس للحرارة يقوم بتحويل الحرارة المحيطة به إلى جهد بطريقة متناسبة طردا، يعمل LM35 في درجة حرارة تبدأ من -55 إلى 150 درجة مئوية. المواصفات القياسية لهذا الحساس يمكن معرفتها من النشرة الفنية له الشكل (2) ويمكن أن نلخص أهمها:

1. تتغير فولتية الخرج خطيا مع درجة الحرارة 10mv/C
2. نسبة الخطأ في درجة الحرارة لا تزيد أو تنقص عن 0.5C
3. مدى حراري واسع يبدأ من -55 إلى 150C
4. مقاومة الخرج له قليلة
5. يمكن تغذيته ضمن مدى فولتية كبير من -40 إلى 30 فولط

Absolute Maximum Ratings (Note 10)		TO-92 and TO-220 Package, (Soldering, 10 seconds)	
If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.			260°C
Supply Voltage	+35V to -0.2V	SO Package (Note 12)	
Output Voltage	+6V to -1.0V	Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Output Current	10 mA	Infrared (15 seconds)	220°C
Storage Temp.:		ESD Susceptibility (Note 11)	2500V
TO-46 Package,	-60°C to +180°C	Specified Operating Temperature Range: T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub> (Note 2)	
TO-92 Package,	-60°C to +150°C	LM35	LM35A
SO-8 Package,	-65°C to +150°C	LM35C, LM35CA	-55°C to +150°C
TO-220 Package,	-65°C to +150°C	LM35D	-40°C to +110°C
Lead Temp.:			0°C to +100°C
TO-46 Package, (Soldering, 10 seconds)	300°C	Mohannad Rawashdeh	

#### الشكل (2) ميزات حساس الحرارة LM335.

تبلغ في درجة حرارة الغرفة دقة هذا الحساس  $\pm 0.25$  درجة مئوية، كلما تغيرت درجة الحرارة درجة مئوية واحدة يتغير الجهد للحساس بـ 10 ميلي فولط ولهذا الحساس ثلاث أرجل مثله مثل الترانزستور كما يوضح الشكل (3) التالي:



1-5 المعادلات الرياضية الواصفة لعمل اللوح الشمسي [14],[3]:

تيار القصر:

$$I_{sc\_new} = I_{sc\_stc} \times (E_{new}/E_{stc}) [1 + \alpha(T_{new} - T_{stc})] \quad (3)$$

جهد الدارة المفتوحة:

$$V_{oc\_new} = V_{oc\_stc} \times [1 + \beta(T_{new} - T_{stc})] \quad (4)$$

تيار اللوح كتابع لجهد اللوح:

$$I_{pv} = I_{sc\_new} - I_0 [e^{(V_{pv}/\gamma \times V_{oc})} - 1] \quad (5)$$

حيث:

تيار خرج اللوح حالة اللاحمل

$$I_{sc} - I_{mpp}] \times e^{(-V_{mpp}/(\gamma \times V_{oc}))} \quad (6)$$

$$\gamma = (V_{mpp} - V_{oc}) / [V_{oc} \times \ln(1 - (I_{mpp}/I_{sc}))] \quad (7)$$

$I_{sc\_stc}$  = تيار القصر المرجعي (الموافق لدرجة الحرارة المعيارية ولشدة الاشعاع المعيارية).

$I_{sc\_new}$  = تيار القصر الحالي (A)

$V_{oc\_stc}$  = تيار الدارة المفتوحة المرجعي (الموافق لدرجة الحرارة المعيارية ولشدة الاشعاع

الشمسي المعيارية).

$V_{oc\_new}$  = تيار الدارة المفتوحة الحالي.

$V_{pv}$  = جهد الحمل.

$I_{pv}$  = تيار الحمل.

$V_{mpp}$  = جهد نقطة عمل الاستطاعة العظمى.

$I_{mpp}$  = تيار نقطة عمل الاستطاعة العظمى.

$E_{st}$  = شدة الاشعاع الشمسي المعيارية مقدرا ب  $(w/m^2)$

$E_{new}$  = شدة الاشعاع الشمسي الحالي مقدرا ب  $(w/m^2)$

$T_{stc}$  = درجة الحرارة المرجعية

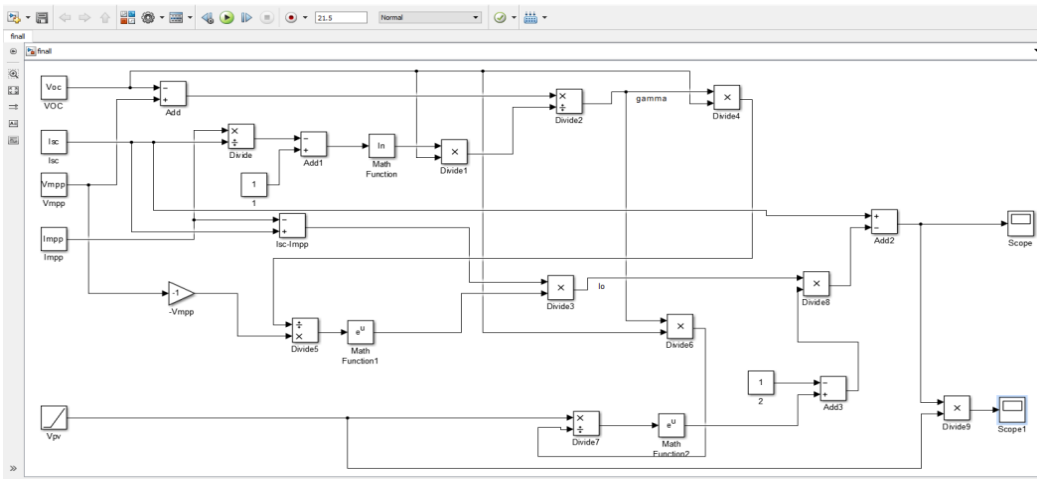
$T_{new}$  = درجة الحرارة الحالية

$\alpha$  = عامل التيار الحراري مقدرا ب  $(A/C^\circ)$ ، وهذا العامل يتبع لنوع الخلايا المصنعة منها اللوح .

$\beta$  = عامل الجهد الحراري مقدرا ب  $(V/C^\circ)$ ، وهذا العامل يتبع لنوع الخلايا المصنعة منها اللوح .

نمذجة اللوح الشمسي عند شدة أشعاع ثابتة  $E=1000 \text{ W/m}^2$  ودرجة حرارة ثابتة  $T=25C^\circ$

تعتبر إشارات الدخل للنموذج هي  $I_{mpp}, V_{mpp}, I_{sc}, V_{oc}$  تعتبر إشارات الدخل للنموذج هي  $I_{mpp}, V_{mpp}, I_{sc}, V_{oc}$  تصميم نموذج لحساب المقدار ونموذج لحساب النتائج النحصل على النموذج النهائي للوح الشمسي [14]:

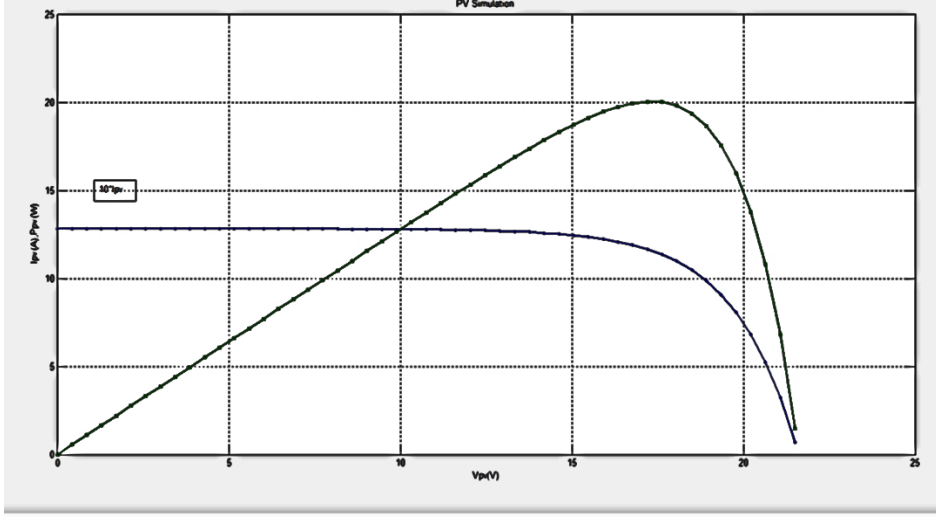


الشكل (5) النموذج النهائي للخلية الشمسية

نقوم بتقنيع النموذج وقبل تشغيل النموذج ندخل قيم بارامترات الدخل من خلال نافذة الأوامر وفق التالي :

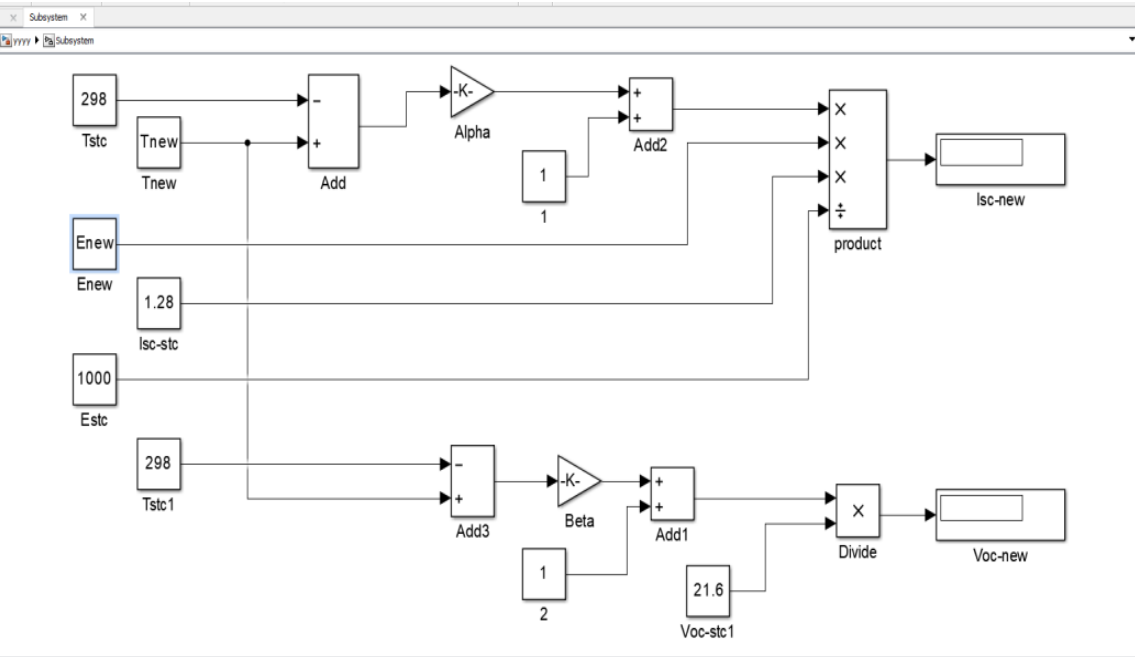
$$V_{oc}=21.6 \quad V_{mpp}=17.2 \quad I_{mpp}=2.95 \quad I_{sc}=1.28$$

بعدها ننقر على زر التشغيل للحصول على النتائج التالية [7],[14]:



الشكل (6) منحنى P-V I-V

3-5 تصميم نموذج لحساب أثر شدة الاشعاع الشمسي E ودرجة الحرارة T على مميزات التيار و الاستطاعة للوح الشمسي [14] [13]:



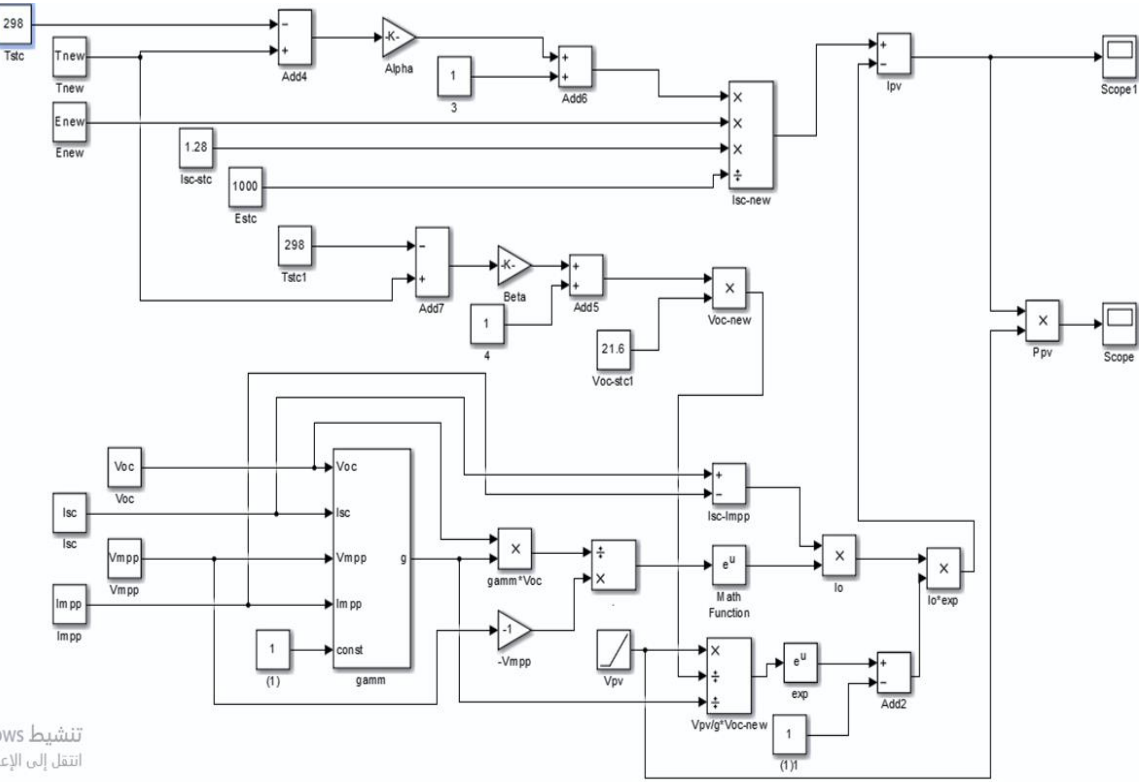
الشكل (7) حساب تيار القصر وجهد الدارة المفتوحة

بعد تعديل النموذج في الشكل السابق نحصل على نموذج يبين تأثير شدة الإشعاع

الشمسي على اللوح:

$$\beta = -0.003$$

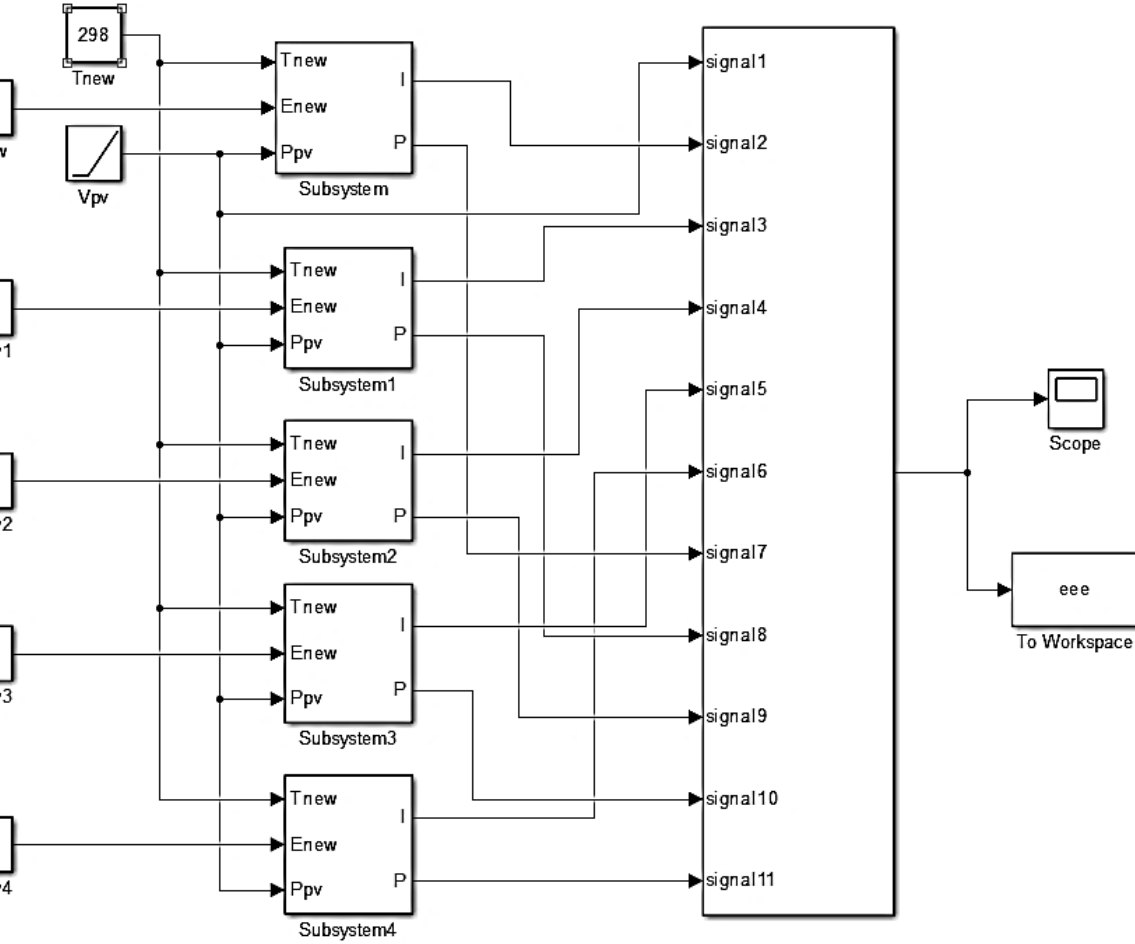
$$\alpha = 0.0004$$



تنشيط  
انتقل إلى الإء

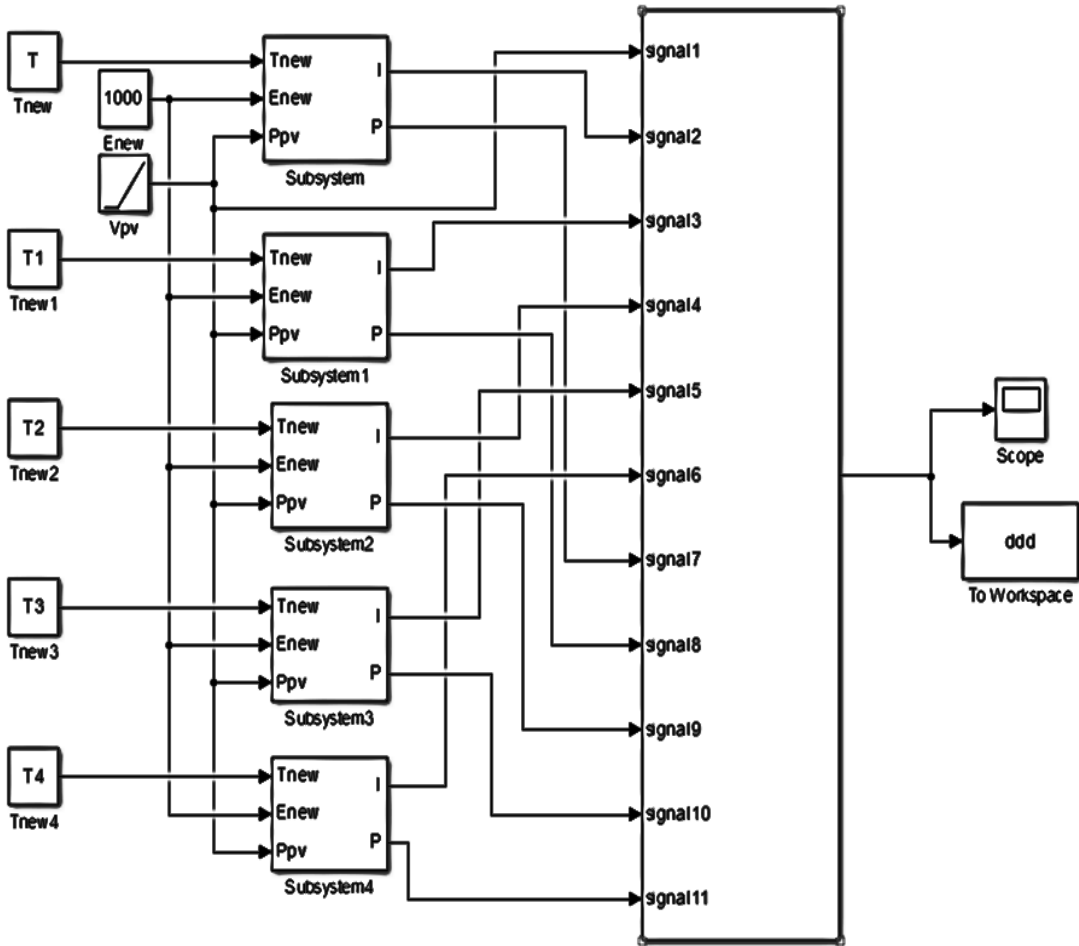
الشكل (8) تأثير شدة الإشعاع الشمسي

4-5 وضع نموذج لرسم مميزات اللوح الشمسي عند قيم مختلفة لشدة الإشعاع الشمسي تم تثبيت درجة الحرارة عند الدرجة  $25^{\circ}C$  وندخل قيم شدة الإشعاع المختلفة ونقوم بتشغيله للحصول على المنحني المطلوب [14].



الشكل (9) نموذج لرسم مميزات اللوح عند قيم اشعاع مختلفة

5-5 وضع نموذج لرسم مميزات اللوح الشمسي عند قيم مختلفة لدرجة الحرارة حيث تم تثبيت شدة الاشعاع الشمسي عند  $1000 \text{ w/m}^2$  وندخل قيم درجات الحرارة المختلفة ونقوم بتشغيله للحصول على المنحني المطلوب.



الشكل (10) وضع نموذج لرسم منحنيات اللوح عند درجات حرارة مختلفة

## 6- التطبيق العملي:

- **توصيل الاردوينو مع الحاسب:** يتم تحميل كود البرنامج ضمن الشريحة باستخدام برنامج Arduino ID ويتم توصيل شريحة الاردوينو مع الحاسب باستخدام وصلة usb وعند حقن البرنامج يضيء اللون الأخضر الموجود على الشريحة ويتم تغذية الاردوينو من خلال وحدة تغذية خارجية بجهد 6V حيث يقوم اختبار الألواح الشمسية على قياس كل من الجهد والتيار ودرجة الحرارة وشدة الضوء [11].



- توصيل دائرة مقسم الجهد مع الأردوينو: يتم توصيل خرج مقسم الجهد مع المدخل التشابهي (A5) من الأردوينو [12].
- توصيل حساس التيار مع الأردوينو: استخدمنا حساس التيار (ACS712) يملك ثلاث أقطاب (قطب تغذية Vcc، قطب أرضي Gnd، قطب خرج الحساس Out) ويتم توصيل اللوح الذي نريد اختباره إلى مدخلي الحساس، نوصل Vcc مع التغذية ونوصل Gnd مع السالب ونوصل Out مع المدخل التشابهي (A1) من الأردوينو.
- توصيل حساس الضوء مع الأردوينو: يتم قياس شدة الضوء عن طريق المقاومة الضوئية LDR وذلك ضمن الدارة التالية حيث يتم توصيل خرج هذه الدارة إلى المدخل التشابهي (A2) من الأردوينو.
- توصيل حساس الحرارة مع الأردوينو: تم استخدام حساس الحرارة LM335 يملك ثلاث أقطاب (+، -، OUT) يتم توصيل + مع القطب الموجب من التغذية ويتم وصل - مع القطب السالب من التغذية و OUT إلى المدخل التشابهي A3 للأردوينو.

#### تصميم الدارة وتنفيذها:

تم تصميم الدارة وتنفيذها كما هو مبين بالشكل (11) حيث تم ربط شريحة الأردوينو مع الحاسب وفق ما ذكر سابقا:

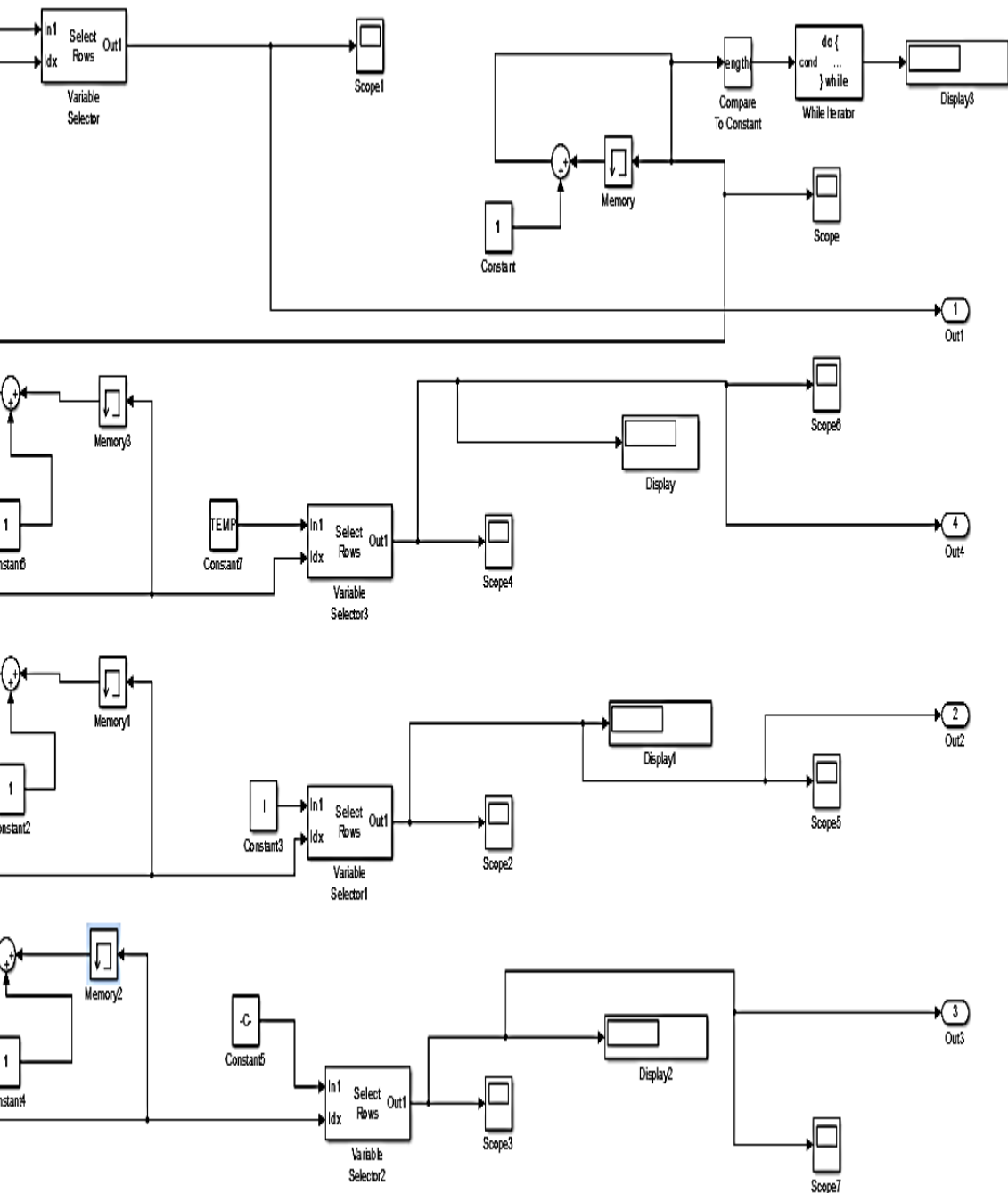


الشكل (11) الدارة العملية.

يتم في البداية اختبار اللوح الشمسي ضمن الشروط المخبرية والقيم الواردة في نشرة الصانع باستخدام النموذج العام للوح الشمسي المعتمد ، والذي تم نمذجته باعتماد Simulink وعرض المنحنيات الناتجة ( P.V و I.V ) للوح عند الشروط النظامية.

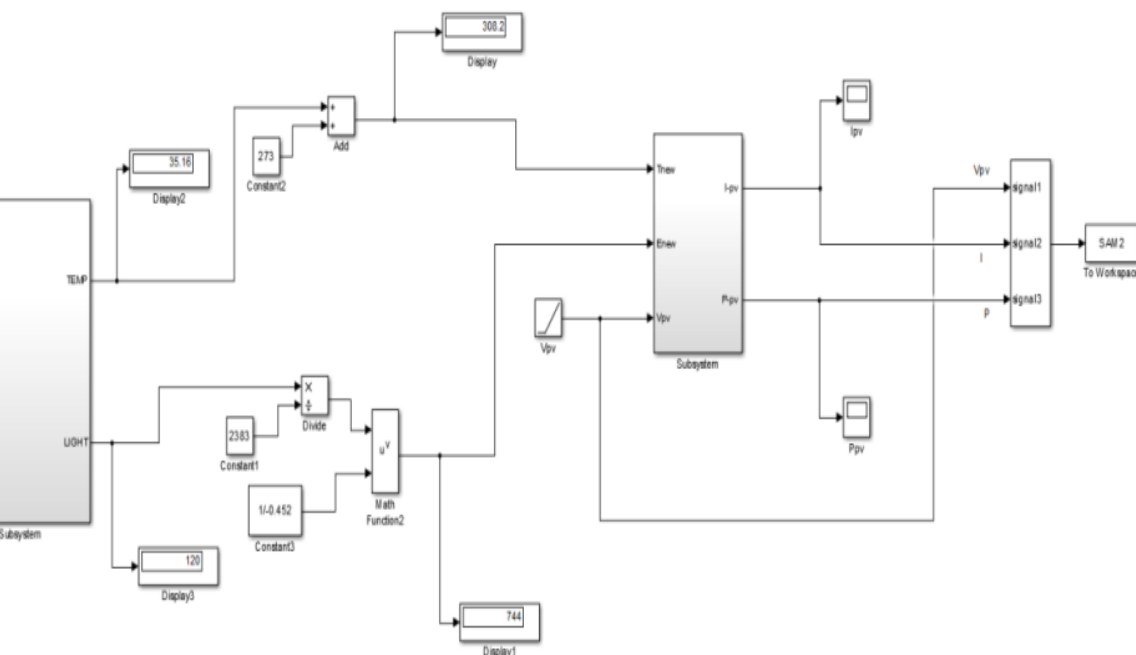
ولكن كما ذكرنا هذه الشروط غير ثابتة أي تتغير من منطقة إلى أخرى لذلك قمنا بتصميم هذه الدارة لإمكانية اختبار اللوح الشمسي عند تغير هذه الظروف من حرارة وشدة إشعاع شمسي في ظروف الساحل السوري.

والبيانات الواردة من الدارة العملية يتم حفظها في ملف اكسل EXCEL لعرضها بجداول خاصة فهذا يتيح لنا تحليل المعطيات ونقلها إلى نموذج الخلية الشمسية في Simulink ويتم ذلك باستخدام عناصر إضافية موجودة في مكتبة simulink وهي حلقة while التي ستمكننا من نقل البيانات كمصفوفة من excle إلى النموذج الرياضي للوح .



الشكل (12) حلقة while

يعرض نموذج simulink المُنشأ البارامترات المقاسة (الجهد والتيار والطاقة) على نوافذ الرسم البياني المخصصة بشكل مستمر في الوقت الفعلي حيث تم أخذ خصائص التيار مقابل الجهد (I-V) والقدرة مقابل الجهد (P-V) حيث يعرض النموذج تأثير تغير درجة الحرارة والتغيرات الإشعاعية على سلوك خرج اللوح الكهروضوئي.



الشكل (13) النموذج النهائي لتقييم أداء اللوح الشمسي.

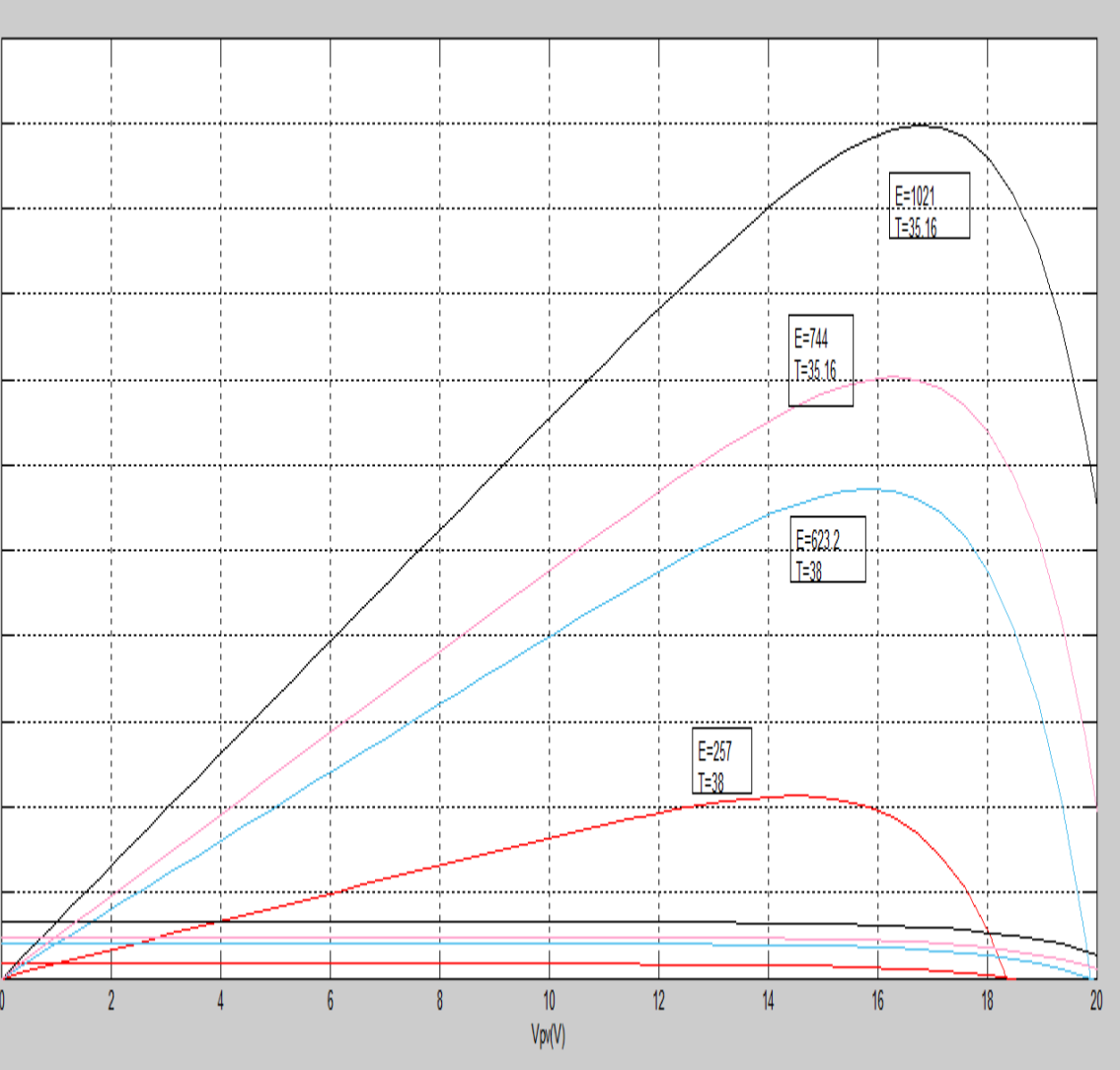
قمنا أخيراً باختبار الدارة وتسجيل قراءات حساسات الجهد والتيار للوح الشمسي عند مستويات إشعاع وحرارة مختلفة على حمل أومي ، حيث تم إجراء الاختبار من الساعة التاسعة صباحاً وحتى الساعة الثانية ظهراً والنتائج التي حصلنا عليها مبينة بالجدول (2) ضمن برنامج excel.

جدول (2) نتائج الاختبار من الساعة التاسعة صباحاً وحتى الثانية ظهراً

	A	B	C	D
1	V	I	LIGHT	TEMP
2	13.42	0.23	194	38.09
3	9.65	0.27	194	38.09
4	6.14	0.34	194	38.09
5	6.02	0.34	203	34.67
6	5.4	0.34	203	34.67
7	3.35	0.33	185	34.67
8	2.79	0.34	203	34.67
9	9.9	0.18	90	34.67
10	2.67	0.19	185	38.09
11	2.02	0.2	185	34.67
12	13.79	0.07	185	38.57
13	5.23	0.34	185	34.67
14	4.19	0.34	185	35.64
15	4.09	0.34	194	34.67
16	3.25	0.34	194	38.57
17	5.46	0.26	194	34.67
18	3.51	0.34	185	34.67
19	8.42	0.18	120	35.16
20	4.63	0.34	185	34.67
21	9.11	0.18	194	34.67
22	16.53	0.24	194	38.09
23	16.47	0.36	185	38.09
24	16.42	0.36	185	38.57
25	15.49	0.37	185	35.16
26	16.16	0.36	203	35.16
27	15.46	0.37	203	38.57
28	15.12	0.37	185	38.09
29	8.61	0.04	130	38.57
30	8.84	0.04	194	38.57
31	16.05	0.35	194	35.16
32	14.25	0.37	203	35.16
33	14.12	0.36	194	35.16
34	13.51	0.36	185	35.16
35	12.6	0.37	203	35.16

	A	B	C	D
1	V	I	LIGHT	TEMP
29	8.61	0.04	130	38.57
30	8.84	0.04	194	38.57
31	16.05	0.35	194	35.16
32	14.25	0.37	203	35.16
33	14.12	0.36	194	35.16
34	13.51	0.36	185	35.16
35	12.6	0.37	203	35.16
36	12.91	0.37	231	35.16
37	12.25	0.37	638	35.16
38	12.02	0.37	185	35.16
39	11.46	0.37	564	35.16
40	11.46	0.37	592	38.57
41	11.18	0.37	545	35.16
42	11.14	0.37	194	38.57
43	11.05	0.37	185	35.16
44	10.88	0.37	185	35.16
45	3.97	0.03	203	35.64
46	0	1.2	100	38.09
47	0	1.2	100	35.16
48	0	1.2	100	35.16
49	21	0.04	102	35.16
50	21	0.04	102	36.13
51	21	0.04	102	35.16
52	21.5	0	104	35.16
53	13.47	0.19	249	38.57
54	11.98	0.22	712	34.67
55	12.04	0.22	666	38.09
56	0.67	0.15	100	34.18

القيم التي تم اختيارها هي (E=257 T=38.09)، ومن أجل المقارنة تم اختيار قيم أخرى E=623.2T=38.57 و E=1021 T=35.16 و E=744 T=35.16



الشكل (14) نتائج القيم المدخلة إلى النموذج.

عند  $E=257\text{w/m}^2$   $T=38^\circ\text{c}$  نلاحظ لدينا تغير في جهد الدارة المفتوحة و تيار القصر

لتصبح  $V_{oc}=18.3\text{v}$   $I_{sc}=0.37\text{A}$

أما عند  $E=623.2\text{w/m}^2$   $T=38^\circ\text{c}$  نلاحظ تغير كبير في تيار القصر ليصبح

$I_{sc}=0.67\text{A}$  /  $V_{oc}=19.8\text{v}$

ولكن عند انخفاض درجة الحرارة  $T=36.16c^{\circ}$  سوف يزداد جهد الدارة المفتوحة ليصبح أعلى من  $v_{oc}=20V$  وتبار القصر  $I_{sc}=1 A$  بينما مع ازدياد شدة الإشعاع الشمسي أي عند  $E=1021w/m^2$  يحدث تغير كبير في تيار القصر ليصبح  $I_{sc}=1.3A$ .

حيث تم اختبار اللوح ضمن أوقات النهار (درجة الحرارة المحيطة العادية وظروف اللوحة النظيفة) حيث تمت مراقبة طاقة الخرج بمعدل الوقت الحقيقي وقد تأثر أداء النظام المستقل بشكل أساسي بتغير شدة الإشعاع الشمسي خلال النهار أي أن المواصفات الكهربائية للألواح الشمسية تتأثر بشكل كبير بدرجة الحرارة وأن أفضل الألواح هي التي تبدي كفاءة أعلى في درجات الحرارة العالية وهذا يعتمد على جودة الخلايا الشمسية ذاتها وأيضاً على الغلاف الخلفي للألواح وطبيعة البلور المستخدم بالإضافة إلى المواد التي تدخل في تركيب الألواح .

وبمقارنة نتائج النمذجة مع القيم الجدولية العملية أعطت نماذج المحاكات باستخدام برنامج (simulink،MATLAB) نتائج دقيقة وقريبة من الواقع الفعلي.

#### الاستنتاجات:

- بينت نتائج الدراسة أن الحزمة البرمجية MATLAB والتي تضم simulink تعتبر وسيلة جيدة لتمثيل ونمذجة الألواح الكهروضوئية وإن نتائج هذه النمذجة يمكن أن تقدم وسيلة مهمة تدعم العملية التدريسية في قاعات المحاضرات كما في المختبرات العلمية .
- بمقارنة نتائج النمذجة مع القيم الجدولية العملية أعطت نماذج المحاكات باستخدام برنامج (simulink،MATLAB) نتائج دقيقة وقريبة من الواقع الفعلي مما عزز مصداقية هذه النماذج في دراسة موضوع البحث .
- تم اختبار اللوح ضمن أوقات النهار (درجة الحرارة المحيطة العادية وظروف اللوحة النظيفة) حيث تمت مراقبة طاقة الخرج بمعدل الوقت الحقيقي وقد تأثر أداء النظام المستقل بشكل أساسي بتغير شدة الإشعاع الشمسي خلال النهار .



- قدرة الواجهة على عرض العديد من المتغيرات في وقت واحد في إطار نافذة متعدد النطاقات لأغراض التحليل حيث يمكن مراقبة كل متغير لوحده بشكل منفصل ضمن الوقت الحقيقي لعدد غير محدود من الأيام حيث يتم تخزين البيانات وتسجيلها بشكل مستمر بواسطة ملف يوميًا.

#### التوصيات:

- يوصى بإجراء دراسة لتقييم أداء عدة ألواح موصولة على التسلسل أو التفرع بدل من لوح واحد إذ من الممكن تعديل النموذج المصمم في هذا المقال.
- يوصى عند اختيار اللوح الشمسي النظر إلى نتائج الاختبار عند الشروط NOCT والتي غالبا ما تكون أقرب للواقع وأيضا نهتم بالمعامل الحراري لكل من الجهد والتيار والاستطاعة.

#### المراجع:

[1] A El Hammoumi, S Motahhir<sup>1</sup> , A Chalh<sup>1</sup> , A El Ghzizal<sup>1</sup> and A Derouich<sup>1</sup> , 2018, Real-time virtual instrumentation of Arduino

- and LabVIEW based PV panel characteristics: International Conference on Renewable Energies and Energy Efficiency. 1–11.
- [2] Aboubakr El Hammoumi, Saad Motahhir, Abdelilah Chalh, Abdelaziz El Ghzizal & Aziz Derouich ,2018, [\*Renewables: Wind, Water, and Solar\*](#) volume 5, Article number: 3, springer open .
- [3] Breyer C, Bogdanov D, Gulagi A, Aghahosseini A, Barbosa L S Koskinen O and Farfan J , 2017, On the role of solar photovoltaics in global energy transition scenarios Progress in Photovoltaics: Research and Applications 25 No. 8 pp. 727-745.
- [4] Montes-Romero J, Piliouguine M, Muñoz J V and Fernández E F ,2017, Photovoltaic Device Performance Evaluation Using an Open-Hardware System and Standard Calibrated Laboratory Instruments Energies 10 No. 11 p. 1869.
- [5] El Hammoumi A, Motahhir S, Chalh, El Ghzizal A and Derouich A ,2018, Low-cost virtual instrumentation of PV panel characteristics using Excel and Arduino in comparison with traditional instrumentation Renewables: Wind, Water and Solar 5 No. 1 p. 3.
- [6] Munoz, M. A., Alonso-García M C, Vela N and Chenlo F ,2011, Early degradation of silicon PV modules and guaranty conditions Solar energy 85 No. 9 pp. 2264-2274.
- [7] Hernday P , 2011, Field Applications for I-V Curve Tracers SolarPro pp. 76–106.
- [8] Fourtec Fourier Technologies 2018 <http://www.fouriersystems.com/> Accessed 25 March 2018.
- [9] Campbell Scientific 2018 <http://www.campbellsci.com/> Accessed 25 March, 2018.
- [10] Koutroulis E and Kalaitzakis K , 2003, Development of an integrated data-acquisition system for renewable energy sources systems monitoring Renewable Energy 28 No. 1 pp. 139-152.
- [10] Corcelli F, Ripa M and Ulgiati S , 2017, End-of-life treatment of crystalline silicon photovoltaic panels. An emergy-based case study Journal of Cleaner Production 161 pp. 1129-1142.
- [11] Arduino Uno 2020, <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3> Accessed 20 March 2020.

[12] voltage sensor

<http://www.emartee.com/product/42082/Voltage%20Sensor%20/>

Accessed 2October 2020.

[13] Automatic control. Dr. Ali Ahmed Mahmoud.2010, Industrial Automation Engineering,book.

[14] Computer modeling using Simulink and Sim Power System. Dr. Ali Ahmed Mahmoud.2010, Industrial Automation Engineering,book.

