

معمل أنظمة الطاقة الشمسية التفاعلي

حقيبة المتدرب

نسخة تجريبية — 3 تجارب من 23

الخلايا والألواح · النظام المنفصل · النظام المتصل · الهجين · التشغيل والصيانة · التصميم

إعداد وتصميم: المدرب فهد الرفاعي

fahdacademy.org · fahadapp.com

للتوسع: كتاب «المختصر في أنظمة الخلايا الشمسية» — fahadapp.com/book

المحتويات

عن هذه النسخة التجريبية 3
مقدمة الحقيبة 5
التقييم: بطاقة التجربة ودرجتها 6
الانضمام إلى مدرب 8
الوحدة 1 — الخلايا الشمسية 10
التجربة 1.1 — نقطة تشغيل خلية شمسية 11
الوحدة 2 — النظام المنفصل 16
التجربة 2.1 — شحن البطارية من اللوح 17
الوحدة 3 — النظام المتصل 21
التجربة 3.1 — الربط الأساشي مع الشبكة 22
تعلّم أكثر مع المدرب فهد رفاعي 25
النسخة الكاملة 26

عن هذه النسخة التجريبية

هذه نسخة تجريبية من حقيبة المتدرب تضم 3 تجارب فقط من أصل 23 تجربة، لتتعرف على طريقة الحقيبة قبل الحصول على النسخة الكاملة.

احصل على النسخة الكاملة

النسخة الكاملة من حقيبة المتدرب تضم 23 تجربة في 6 وحدات، بصيغتي PDF للطباعة وWord للتعديل.

تتوفر أيضًا تراخيص للكليات والمعاهد والجهات التدريبية.

أرسل طلبك عبر النموذج، وسنتواصل معك لإتمام الشراء.

اطلب نسختك الكاملة

https://fahadapp.com/solarlab/order/?item=trainee

محتويات النسخة الكاملة

رقم	التجربة	التوفر
1.1	نقطة تشغيل خلية شمسية	متوفرة هنا
1.2	توصيل الخلايا على التوالي	في النسخة الكاملة
1.3	توصيل الخلايا على التوازي	في النسخة الكاملة
1.4	أداء اللوح مع ظروف التشغيل	في النسخة الكاملة
1.5	قياس منحنيي التيار–الجهد والقدرة–الجهد	في النسخة الكاملة
1.6	تأثير ميل اللوح واتجاهه	في النسخة الكاملة
1.7	التظليل وديود التجاوز	في النسخة الكاملة
2.1	شحن البطارية من اللوح	متوفرة هنا
2.2	نظام منفصل مع حمل DC	في النسخة الكاملة
2.3	نظام منفصل مع إنفرتر وحمل AC	في النسخة الكاملة
2.4	زمن تشغيل البطارية ليلًا	في النسخة الكاملة
2.5	اختبار حماية منظم الشحن	في النسخة الكاملة
3.1	الربط الأساسي مع الشبكة	متوفرة هنا
3.2	الاستهلاك الذاتي	في النسخة الكاملة

رقم	التجربة	التوفر
3.3	تصدير فائض الطاقة	في النسخة الكاملة
3.4	الحماية من التشغيل الجزيري	في النسخة الكاملة
4.1	شمسي وبطارية وشبكة	في النسخة الكاملة
4.2	تشغيل احتياطي عند فقد الشبكة	في النسخة الكاملة
5.1	فحص النظام وتشخيص الأعطال	في النسخة الكاملة
5.2	مراقبة الأداء وتوثيق الطاقة مع الزمن	في النسخة الكاملة
5.3	تدريب مستخدم النظام	في النسخة الكاملة
6.1	هبوط الجهد واختيار مقطع الكابل	في النسخة الكاملة
6.2	تصميم سلسلة الألواح على نافذة MPPT	في النسخة الكاملة

مقدمة الحقيبة

تضم الحقيبة الكاملة 23 تجربة تُنفذ على «معمل أنظمة الطاقة الشمسية التفاعلي». لكل تجربة: الهدف، والربط النظري بالمعادلات، والمكونات والأدوات، ومخطط الدائرة، وخطوات التنفيذ، وجداول النتائج والحسابات، والرسم البياني إن وجد، وأسئلة الاستنتاج، ومعايير التقييم.

تعليمات عامة للمتدرب

- اقرأ الهدف والربط النظري قبل بدء التجربة.
- أدرج التجربة في المنصة ثم «تحقق من التوصيل» قبل «تشغيل المحاكاة».
- غيّر متغيرًا واحدًا في كل مرة وسجّل القراءة فورًا بوحدتها.
- الخانات الملونة في الجداول قيم معطاة؛ املأ الخانات البيضاء من قراءات المنصة.
- اكتب الحسابات خطوة بخطوة: القانون ← التعويض ← الناتج بالوحدة.
- ارفق تقرير PDF الذي تولده المنصة مع ورقة التجربة.

قواعد السلامة (للتطبيق الواقعي)

- المحاكي آمن، لكن الأنظمة الحقيقية خطرة: جهد الألواح موجود ما دامت الشمس، والبطارية تعطي تيار قصر هائلًا.
- افصل المصادر بالتسلسل الصحيح وتحقق من انعدام الجهد قبل لمس أي موصل.
- استخدم أدوات معزولة ومعدات الحماية الشخصية، وركّب الفيوزات والقواطع المناسبة.

توزيع الدرجات المقترح لكل تجربة

البند	الدرجة
التوصيل الصحيح وتشغيل المحاكاة	2
القياسات والجداول	3
الحسابات	2
الرسم البياني	1
الاستنتاجات	2
المجموع	10

التقييم: بطاقة التجربة ودرجتها

أن تولّد تقريرًا يعني أنك وصّلت وشغّلت، لا أنك فهمت. لذلك قبل أن يخرج تقرير التجربة تظهر لك «بطاقة إنهاء التجربة»: سؤالان من بنك أسئلة هذه التجربة بالذات، ثم تُحسب درجتك من 100 وتُطبع في سطر واحد أعلى التقرير.

كيف تُحسب الدرجة؟

البند	الدرجة	الشرح
التوصيل — بنيت الدائرة بنفسك	40	كاملة إذا نجح «تحقق من التوصيل» من أول مرة، وتنقص 6 لكل فحص فاشل قبل أول نجاح (لا تقل عن 16).
التوصيل — ضغطت «إدراج التجربة»	20	جاءتك الدائرة موصولة، فسقف البند 20، وتنقص 4 لكل فحص فاشل (لا تقل عن 10).
سؤال الحساب	40	سؤال رقمي من بنك أسئلة التجربة نفسها.
سؤال الفهم أو قراءة المخطط	20	سؤال مفاهيمي من البنك نفسه.
خصم التلميحات	-4 لكل تلميح	بحد أقصى تلميحان (-8).
خصم كشف الحل	-15	عند الضغط على «أرني الحل».

الفحوص الفاشلة لا تُحسب عليك إلا قبل أول نجاح؛ بعده جرّب كما تشاء بلا عقوبة.

إن أعدت إدراج التجربة أو صفّرت اللوحة، يبدأ السجل نظيفًا من جديد، وتبقى درجتك الأعلى محفوظة.

كل الحساب يجري على الخادم: متصفحك لا يعرف الإجابة الصحيحة قبل أن ترسل اختيارك.

مستويات الدرجة

المستوى	الدرجة
متميّز	85 وأكثر
جيد	65 – 84
مجتاز	50 – 64
يحتاج إعادة	أقل من 50

اختبار نهاية الوحدة

بعد أن تنهي كل تجارب وحدة ما، يظهر لك زر «اختبار نهاية الوحدة». أسئلته كلها من تجارب تلك الوحدة التي تدرّبت عليها فعلًا، لا من خارجها.

- 12 سؤالًا موزّعة على تجارب الوحدة.
- النجاح من 50٪.
- محاولتان خلال 24 ساعة؛ إن انتهت المحاولتان انتظر انقضاء النافذة ثم أعد المحاولة.
- بعد ظهور النتيجة تمرّ إلزاميًا على شاشة مراجعة أخطائك: السؤال، واختيارك، والإجابة الصحيحة، وسبب صوابها.

شهادة إثبات التدريب الذاتي

الشهادة لا تصدر بإنهاء التجارب وحدها. يجب أن تتحقق ثلاثة شروط معًا:

- أنهيت كل تجارب الوحدة وولّدت تقريرها.
- اجتزت اختبار نهاية الوحدة بـ 50٪ فأكثر.
- مررت على شاشة مراجعة الأخطاء.

لا تُطبع درجتك على الشهادة، فهي شهادة إثبات تدريب ذاتي لا تقدير درجات؛ درجاتك تبقى في «لوحة إنجازي» لك ولمدربك إن كنت منضمًا إلى فصل.

لوحة إنجازي

من قائمة حسابك اختر «📊 لوحة إنجازي» لترى تقدمك في مكان واحد:

- عدد التجارب المنجزة من 23، ومتوسط درجاتك، وعدد شهاداتك.
- زر «أكمل من حيث توقفت» يفتح أول تجربة لم تنجزها.
- أضعف ثلاث تجارب لديك مع زر «أعد المحاولة» لرفع درجتك فيها.
- حالة كل وحدة: قيد التقدّم، بقي الاختبار، راجع أخطاءك، جاهزة للشهادة، أو شهادة ✓.

الانضمام إلى مدرب

يمكنك التدرّب بنفسك دون أي ارتباط. وإن كان لك مدرب، يعطيك كود فصل من ستة أحرف فتنضم إليه، فيتابع تكليفك ويقيّمك.

كيف تنضم؟

- من قائمة حسابك اختر «👥 فصولي».
- اكتب كود الفصل الذي أعطاك إياه مدربك (ستة أحرف) واضغط «انضم».
- يظهر اسم الفصل واسم المدرب في القائمة. يمكنك الانضمام إلى ثمانية فصول كحد أقصى، والخروج من أي فصل وقت ما تريد.

شريط التكليف

إذا كلّفك مدربك بتجارب محددة، يظهر لك شريط أعلى المعمل يحمل اسم المدرب وتاريخ التسليم وقائمة التجارب المطلوبة، وبجانب كل تجربة علامة تبين إن سلّمتها. انقر اسم التجربة لتفتح مباشرة.

ملاحظات مدربك ودرجتك

- ملاحظة عامة للشعبة يراها كل متدربي الفصل.
- ملاحظة خاصة بك لا يراها أحد غيرك.
- درجة تقييم مدربك لك، إن رصدها، تظهر في نفس اللوحة.

التحدي المباشر

في الحصة قد يرسل مدربك «تحديًا مباشرًا». تصلك رسالته أولًا تحمل اسم التجربة وتنبيهًا بأن لوحتك ستُمسح، فإن ضغطت «ابدأ التحدي» فُتحت التجربة وحُقن فيها عطل، وظهرت لافتة باسم مدربك ونص تحديه. مهمتك أن تشخّص العطل وتصلحه. ولو كان على لوحتك عمل لم تحفظه فاحفظه أولًا ثم ارجع — لن يُمسح شيء قبل ضغطك.

- قد يرسل مدربك رسالة فقط: نص تقرؤه وتغلقه، ولا يتغيّر على لوحتك شيء.
- وحين ينهي الجلسة يُرفع العطل عن لوحتك وتختفي اللافتة، وتصلك رسالة بذلك.

- المعمل لا يسأل الخادم بلا سبب حفاظًا على سرعته للجميع، فأمر مدربك يصلك حين تفتح المعمل، أو ترجع إلى تبويبه، أو تضغط «🔄 تحديث» في شريط التكليف. فإن قال لك مدربك «ارجعوا إلى المعمل» فافعل، أو اضغط التحديث.

البث المباشر مع مدربك

إن فتح مدربك اجتماعًا (Teams أو Zoom أو Google Meet) ظهر لك زر أحمر «🔴 انضم لبث مدربك» في شريط التكليف وفي «فصولي». اضغطه فيفتح الاجتماع في نافذة أخرى، ويبقى المعمل مفتوحًا هنا — تشاهد مدربك يبني الدائرة وتبنيها معه في الوقت نفسه.

ما يراه مدربك وما لا يراه

يرى: اسمك، والتجارب التي كلّفك بها فقط وهل سلّمتها ودرجتها، واختبار الوحدة ودرجته إذا أنهيت كل تجارب تلك الوحدة داخل التكليف.

لا يرى: بريدك الإلكتروني، ولا أي تجربة لم يكلّفك بها، ولا لوحاتك الحرة.

الوحدة 1 — الخلايا الشمسية

تبني هذه الوحدة فهم مصدر الطاقة نفسه: كيف تعمل الخلية واللوح، وكيف يؤثر الحمل والإشعاع والحرارة والميل والتظليل في القدرة.

رقم	التجربة	الزمن
1.1	نقطة تشغيل خلية شمسية	45 د

التجربة 1.1 — نقطة تشغيل خلية شمسية

رقم التجربة	1.1
عنوان التجربة	نقطة تشغيل خلية شمسية
الوحدة	الخلايا الشمسية
الزمن المقترح	45 دقيقة
اسم المتدرب / الرقم التدريبي	
التاريخ	

هدف التجربة

تحديد نقطة تشغيل خلية شمسية واحدة عند أحمال مختلفة، وحساب قدرتها، والتعرف على نقطة القدرة العظمى (MPP).

الربط النظري

الخلية الشمسية تتصرف كمصدر تيار يعتمد على الإشعاع، وليست مصدر جهد ثابت. لكل خلية منحنى تيار–جهد (I–V): عند القصر يمر أكبر تيار (Isc) والجهد صفر، وعند الدائرة المفتوحة يكون الجهد أعلى ما يمكن (Voc) والتيار صفر. الحمل المقاومي يفرض العلاقة I = V ÷ R، فنقطة التشغيل هي تقاطع خط الحمل مع منحنى الخلية. القدرة P = V × I تكون صفرًا في الطرفين، وتبلغ أقصاها عند نقطة واحدة (Vmp، Imp) تقابلها مقاومة مثالية Rmpp = Vmp ÷ Imp.

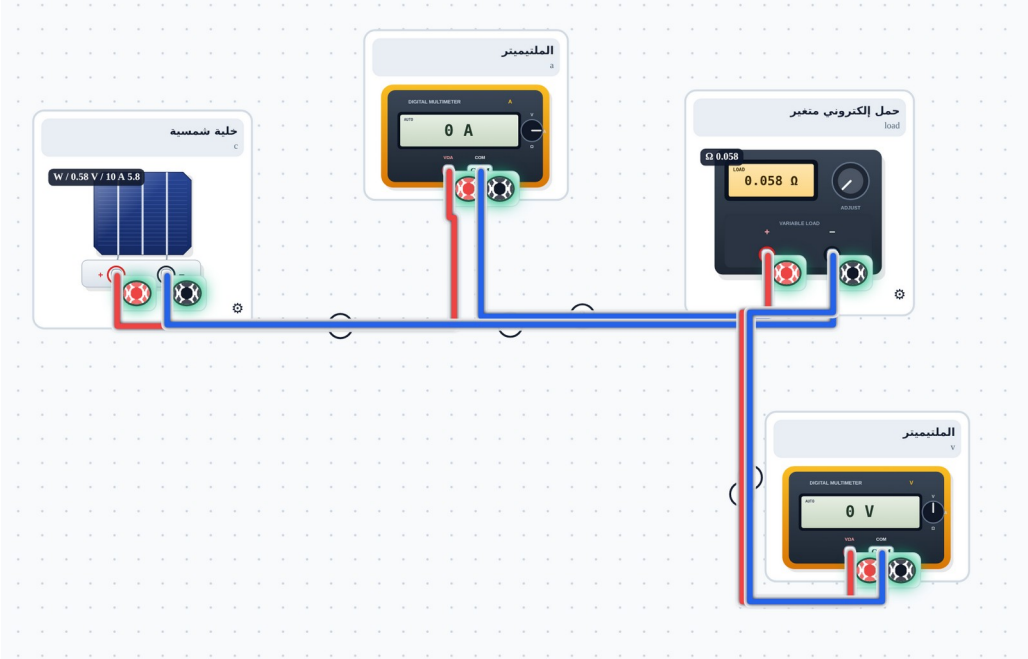
$$P = V \times I$$
$$I = V \div R$$
$$Pmp = Vmp \times Imp$$
$$Rmpp = Vmp \div Imp$$

المكونات والأدوات اللازمة

- **خلية شمسية** — 5.8 W / 0.58 V / 10 A
- **ملتيميتر رقمي (أميتر)**
- **حمل إلكتروني متغير** — 0.058 Ω
- **ملتيميتر رقمي (فولتميتر)**

- أميتر (الملتيميتر بوضع التيار) على التوالي
- فولتميتر (الملتيميتر بوضع الجهد) على التوازي
- منصة المعمل التفاعلي (متصفح حديث على حاسب أو جهاز لوحي)
- آلة حاسبة علمية
- ورقة رسم بياني أو الشبكة المرفقة في الحقيبة

مخطط الدائرة



شكل 1.1 — التوصيل التنفيذي كما يظهر في المنصة

خطوات التجربة

1. اختر التجربة 1.1 من قائمة التجارب ثم اضغط «إدراج التجربة»، وتأكد أن الإشعاع 1000 W/m² والحرارة 25°C.
2. راجع موقع أجهزة القياس: الأميتر على التوالي مع الحمل، والفولتميتر على التوازي مع الخلية.
3. اضغط «تشغيل المحاكاة» ثم سجّل قراءتي الجهد والتيار.
4. انقر على الحمل الإلكتروني المتغير مرة واحدة، وغيّر مقاومته إلى القيم المطلوبة في الجدول واحدة تلو الأخرى، وسجّل V وا لكل قيمة.
5. سجّل حالتي القصر (R = 0) والدائرة المفتوحة (R = ∞).
6. احسب القدرة لكل صف، وحدد الصف الذي أعطى أكبر قدرة.
7. ارسم منحنى I–V ومنحنى P–V من نتائجك.

النتائج

جدول 1.1-1: نقطة التشغيل عند قيم مختلفة للحمل (G = 1000 W/m²، T = 25°C)

مقاومة الحمل R (Ω)	الجهد V (V)	التيار I (A)	القدرة P = V × I (W)
0 (قصر)			
0.02			
0.04			
0.05			
0.058			
0.07			
0.1			
0.2			
∞ (مفتوح)			

الحسابات

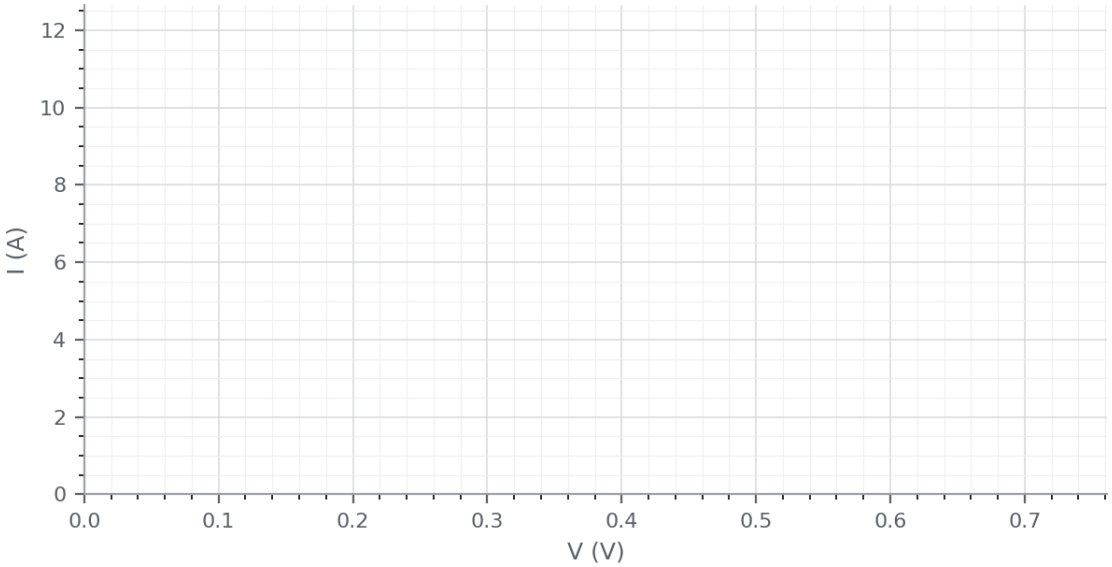
Rmpp = Vmp ÷ Imp = _____ ÷ _____ = _____ Ω

Pmp = Vmp × Imp = _____ × _____ = _____ W

نسبة القدرة عند R = 0.1 Ω إلى Pmp = _____ %

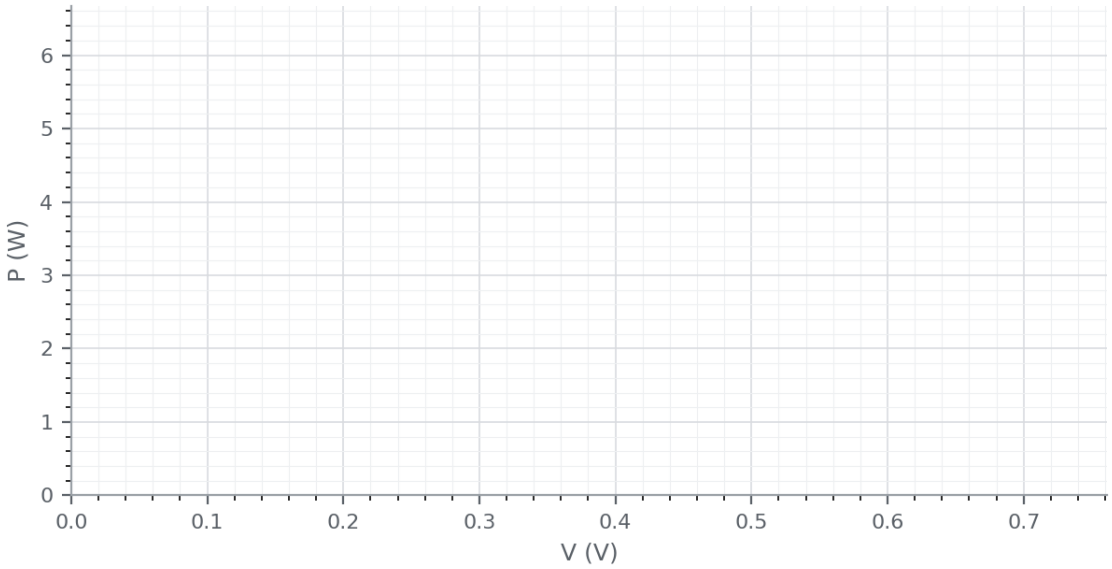
الرسم البياني

ارسم: منحنى I–V للخلية



شكل 1.1-1 — منحنى I–V للخلية

ارسم: منحنى P–V للخلية



شكل 1.1-2 — منحنى P–V للخلية

الاستنتاجات

1. لماذا تكون القدرة صفرًا عند القصر وعند الدائرة المفتوحة؟

2. ماذا يحدث لنقطة التشغيل عند زيادة مقاومة الحمل؟

3. لماذا يوصل الأميتر على التوالي والفولتميتر على التوازي؟

اكتب استنتاجًا عامًا للتجربة في سطرين:

تنبيه للتطبيق الواقعي

في الواقع: اللوح ينتج جهدًا بمجرد تعرضه للضوء ولا يمكن «إطفاؤه»؛ غطِّه أو افصله بالعازل قبل التوصيل، ولا تقصر أطرافه وهو تحت الشمس.

معايير التقييم

المعيار	الدرجة	ملاحظة المدرب
تنفيذ التوصيل الصحيح وتشغيل المحاكاة دون أخطاء.		
تسجيل القياسات كاملة بالوحدات الصحيحة.		
صحة الحسابات.		
الرسم البياني (إن وجد) بمحاور ووحدات صحيحة.		
الاستنتاجات مرتبطة بالنتائج والنظرية.		

الوحدة 2 — النظام المنفصل

النظام المنفصل عن الشبكة: الشحن عبر المنظم، موازنة الإنتاج والحمل، الإنفرتر، زمن التشغيل الليلي، وحمايات المنظم.

رقم	التجربة	الزمن
2.1	شحن البطارية من اللوح	40 د

التجربة 2.1 — شحن البطارية من اللوح

رقم التجربة	2.1
عنوان التجربة	شحن البطارية من اللوح
الوحدة	النظام المنفصل
الزمن المقترح	40 دقيقة
اسم المتدرب / الرقم التدريبي	
التاريخ	

هدف التجربة

بناء مسار شحن صحيح (لوح ← منظم ← بطارية)، وحساب تيار الشحن، ومقارنة منظم MPPT بمنظم PWM.

الربط النظري

لا يوصل اللوح بالبطارية مباشرة؛ بل عبر منظم شحن يضبط الجهد والتيار ويمنع الشحن الزائد والتفريغ العكسي ليلًا.

منظم MPPT يشغّل اللوح عند نقطة قدرته العظمى ويحوّل الجهد الزائد إلى تيار شحن إضافي. أما منظم PWM فيصل اللوح بالبطارية مباشرة بنبضات، فيعمل اللوح عند جهد البطارية تقريبًا (≈ 12–13 V بدل 18 V)، فيضيع جزء كبير من القدرة.

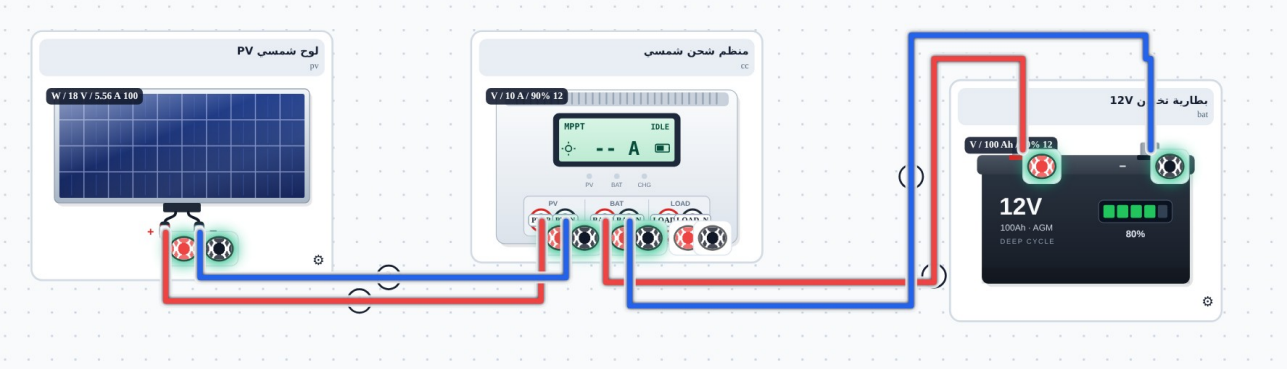
$$\text{Pcharge} = \text{Ppv} \times \eta\text{MPPT}$$
$$\text{Icharge} = \text{Pcharge} \div \text{Vbat}$$
$$\text{PWM: Pcharge} \approx \text{Ppv} \times (\text{Vbat} \div \text{Vmp}) \times \eta$$

المكونات والأدوات اللازمة

- **لوح شمسي** 100 W / 18 V / 5.56 A — **PV**
- **منظم شحن شمسي** — 12 V / 10 A / 90%
- **بطارية تخزين** 12 V / 100 Ah / 50% — **12V**
- أداة «نوع المنظم» (MPPT / PWM) في «جرّب بنفسك» أو في خصائص المنظم
- منصة المعمل التفاعلي (متصفح حديث على حاسب أو جهاز لوحي)
- آلة حاسبة علمية

- ورقة رسم بياني أو الشبكة المرفقة في الحقيبة

مخطط الدائرة



شكل 2.1 — التوصيل التنفيذي كما يظهر في المنصة

خطوات التجربة

1. اختر التجربة 2.1 واضغط «إدراج التجربة». تتبّع المسار: موجب اللوح ← PV+ في المنظم، BAT+ ← موجب البطارية، والسوالب بالمثل.
2. اضغط «تحقق من التوصيل» ثم «تشغيل المحاكاة»، وسجّل تيار الشحن.
3. غيّر الإشعاع حسب الجدول وسجّل تيار الشحن مع منظم MPPT.
4. غيّر نوع المنظم إلى PWM وكرر القياسات.
5. ارسم تيار الشحن مقابل الإشعاع للنوعين على الرسم نفسه.

النتائج

جدول 2.1-1: تيار الشحن مقابل الإشعاع (بطارية 12 V)

G (W/m²)	Ppv (W)	PشحنMPPT (W)	اشحن MPPT (A)	PشحنPWM (W)	اشحن PWM (A)
1000					
800					
600					
400					
200					

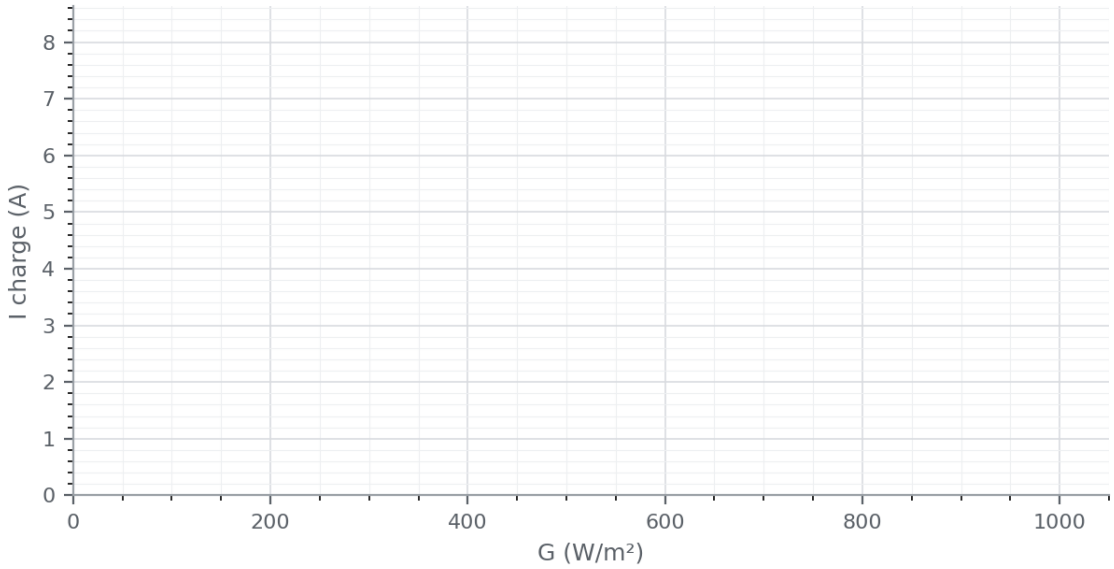
الحسابات

Icharge (MPPT، 1000 W/m²) = (_____ × 0.9) ÷ 12 = _____ A

نسبة ما يضيع مع PWM مقارنة بـ MPPT = _____ %

الرسم البياني

ارسم: تيار الشحن مقابل الإشعاع



شكل 2.1-1 — تيار الشحن مقابل الإشعاع

الاستنتاجات

1. لماذا لا يُوصل اللوح بالبطارية مباشرة؟

2. لماذا أعطى PWM تيار شحن أقل مع اللوح نفسه؟

3. متى يكون PWM خيارًا مقبولًا اقتصاديًا؟

اكتب استنتاجًا عامًا للتجربة في سطرين:

تنبيه للتطبيق الواقعي

في الواقع: البطارية مصدر تيار قصر هائل؛ ركّب فيوزًا قرب قطبها الموجب، واستخدم أدوات معزولة، ووصّل البطارية بالمنظم قبل الألواح.

معايير التقييم

المعيار	الدرجة	ملاحظة المدرب
تنفيذ التوصيل الصحيح وتشغيل المحاكاة دون أخطاء.		
تسجيل القياسات كاملة بالوحدات الصحيحة.		
صحة الحسابات.		
الرسم البياني (إن وجد) بمحاور ووحدات صحيحة.		
الاستنتاجات مرتبطة بالنتائج والنظرية.		

الوحدة 3 — النظام المتصل

النظام المتصل بالشبكة: الحقن، الاستهلاك الذاتي، التصدير، والحماية من التشغيل الجزيري.

رقم	التجربة	الزمن
3.1	الربط الأساسي مع الشبكة	35 د

التجربة 3.1 — الربط الأساسي مع الشبكة

رقم التجربة	3.1
عنوان التجربة	الربط الأساسي مع الشبكة
الوحدة	النظام المتصل
الزمن المقترح	35 دقيقة
اسم المتدرب / الرقم التدريبي	
التاريخ	

هدف التجربة

التعرف على مكونات النظام المتصل بالشبكة (إنفرتر شبكي، قاطع، عداد ثنائي الاتجاه) وحساب قدرة الحقن.

الربط النظري

الإنفرتر الشبكي (On-grid) يتزامن مع جهد الشبكة وترددها ويحقن فيها قدرة الألواح بعد طرح خسائره، ولا يعمل مصدرًا مستقلًا. القاطع يحمي الدائرة ويعزلها للصيانة، والعداد ثنائي الاتجاه يقيس الطاقة المستوردة والمصدّرة.

قدرة الحقن لا تتجاوز القدرة المقننة للإنفرتر.

$$\mathrm{Pac} = \min(\mathrm{Prated},\ \mathrm{Ppv} \times \eta\mathrm{inv})$$

المكونات والأدوات اللازمة

- **لوح شمسي PV** — 100 W / 18 V / 5.56 A
- **إنفرتر DC/AC** — 500 W / 90% / 220 V
- **قاطع حماية AC** — مغلق / 10 A
- **عداد طاقة ثنائي الاتجاه** — 0.00 kWh
- **الشبكة الكهربائية** — 220 V / 50 Hz
- عداد الطاقة ثنائي الاتجاه
- قاطع حماية AC
- منصة المعمل التفاعلي (متصفح حديث على حاسب أو جهاز لوحي)

- آلة حاسبة علمية
- ورقة رسم بياني أو الشبكة المرفقة في الحقيبة

مخطط الدائرة



شكل 3.1 — التوصيل التنفيذي كما يظهر في المنصة

خطوات التجربة

1. اختر التجربة 3.1 واضغط «إدراج التجربة»، وتتبّع المسار: لوح ← إنفرتر ← قاطع ← عداد ← شبكة.
2. شغّل المحاكاة واقرأ قدرة الحقن واتجاه العداد.
3. غيّر الإشعاع حسب الجدول وسجّل.
4. افتح القاطع من أدوات التحكم عليه ولاحظ ما يحدث، ثم أغلقه.

النتائج

جدول 3.1-1: قدرة الحقن مقابل الإشعاع (الشبكة متاحة والقاطع مغلق)

G (W/m²)	Ppv (W)	Pac = min(Prated, Ppv × η) (W)	قراءة العداد
1000			
800			
500			
200			
0			

الحسابات

Pac (1000 W/m²) = 100 × 0.9 = _____ W

الطاقة المصدّرة في 5 ساعات ذروية ≈ _____ Wh

الاستنتاجات

1. لماذا لا يستطيع الإنفرتر الشبكي العمل بدون شبكة؟

2. ما وظيفة العداد ثنائي الاتجاه؟

اكتب استنتاجًا عامًا للتجربة في سطرين:

تنبيه للتطبيق الواقعي

في الواقع: افصل قاطع AC ثم عازل DC قبل أي عمل، وتذكر أن الألواح تبقى بجهد مرتفع نهارًا حتى مع فصل الإنفرتر.

معايير التقييم

المعيار	الدرجة	ملاحظة المدرب
تنفيذ التوصيل الصحيح وتشغيل المحاكاة دون أخطاء.		
تسجيل القياسات كاملة بالوحدات الصحيحة.		
صحة الحسابات.		
الرسم البياني (إن وجد) بمحاور ووحدات صحيحة.		
الاستنتاجات مرتبطة بالنتائج والنظرية.		

تعلّم أكثر مع المدرب فهد رفاعي

دورات عملية بالعربية تكمل ما تتدرب عليه في المعمل، مع وصول دائم للمحتوى:

الطاقة الشمسية

- **أساسيات أنظمة الخلايا الشمسية**
- **حسابات الأنظمة الشمسية المتصلة بالشبكة**

الهندسة الكهربائية

- **أساسيات كهرباء المنازل**
- **دورة المحولات الكهربائية**
- **دورة محركات ومولدات**
- **توليد وإنتاج الكهرباء**
- **محطات التحويل الكهربائية**
- **محطات الديزل وأنظمة UPS**
- **تعريف بتخصص الهندسة الكهربائية**

روابط أخرى

- أكاديمية فهد للتدريب — fahdacademy.org
- كتاب «المختصر في أنظمة الخلايا الشمسية»
- المعمل التفاعلي — fahadapp.com/solarlab

النسخة الكاملة

أكمل بقية التجارب الـ 20

أنهيت التجارب التجريبية؟ النسخة الكاملة تأخذك من الخلية الشمسية حتى تصميم الأنظمة وتشخيص الأعطال.

اطلب حقيبة المتدرب الكاملة

https://fahadapp.com/solarlab/order/?item=trainee