

معمل أنظمة الطاقة الشمسية التفاعلي

حقيبة المدرب

نسخة تجريبية — 3 تجارب من 23

مرافقة لحقيبة المتدرب — 23 تجربة

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
دليل المدرب 5
الفصول: ربط متدربيك بك 7
الوحدة 1 — الخلايا الشمسية 11
التجربة 1.1 — نقطة تشغيل خلية شمسية 12
الوحدة 2 — النظام المنفصل 15
التجربة 2.1 — شحن البطارية من اللوح 16
الوحدة 3 — النظام المتصل 19
التجربة 3.1 — الربط الأساشي مع الشبكة 20
ملحق: نموذج رصد درجات التجارب 22
تعلّم أكثر مع المدرب فهد رفاعي 23
النسخة الكاملة 24

عن هذه النسخة التجريبية

هذه نسخة تجريبية من حقيبة المدرب 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 المدرب 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=trainer

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

دليل المدرب

مخرجات التعلم

- يقيس المتدرب جهد وتيار وقدرة الخلايا والألواح، ويرسم منحنياتها ويفسرها.
- يصمم ويوصل نظامًا منفصلًا ومتصلًا وهجينًا ويحسب ميزان القدرة والطاقة.
- يطبق حمايات المنظم والإنفرتر والشبكة ويفسر سلوكها.
- يشخّص الأعطال بمنهجية منظمة ويدرّب المستخدم النهائي.
- يتحقق هندسيًا من مقطع الكابل وتصميم السلاسل.

طريقة التنفيذ المقترحة

- عرض قصير (5–10 دقائق) للربط النظري من الحقيبة، ثم تنفيذ فردي أو ثنائي على المنصة.
- يسلّم المتدرب ورقة التجربة مكتملة مع تقرير PDF من المنصة.
- استخدم «إعدادات المدرب» لحقن أعطال تدريبية، و«مشاركة كتمرين» لإرسال دائرة مع إخفاء الحل.
- اللوحة الحرة مناسبة للاختبار العملي: اطلب نظامًا بمواصفات محددة، ويكشف الفحص الهندسي أخطاء التوصيل دون مفتاح حل.
- القيم في هذه الحقيبة محسوبة من نماذج المنصة نفسها عند الظروف المذكورة؛ قد تختلف قليلًا إذا غيّر المتدرب قيمًا أخرى.

الخطة الزمنية للتجارب

رقم	التجربة	الزمن (دقيقة)	رسم بياني
1.1	نقطة تشغيل خلية شمسية	45	نعم
2.1	شحن البطارية من اللوح	40	نعم
3.1	الربط الأساسي مع الشبكة	35	—

المجموع ≈ 120 دقيقة لتجارب هذه النسخة؛ النسخة الكاملة نحو 17 ساعة تنفيذ.

سلّم التقدير

التقدير	الوصف
ممتاز (9–10)	توصيل صحيح من أول محاولة، قياسات كاملة دقيقة، حسابات وتفسير مترابط.

التقدير	الوصف
جيد جدًا (7–8)	أخطاء بسيطة صححها بنفسه، نقص محدود في التفسير.
جيد (5–6)	احتاج تلميحات، نقص في القياسات أو الوحدات.
يحتاج تحسين (< 5)	لم يكمل التجربة أو أخطاء جوهرية في المفاهيم.

الفصول: ربط متدربيك بك

الفصل وعاء يجمع متدربيك حول تكليف واحد. لا تُضيف متدربًا بنفسك ولا تطلب بريده؛ تنشئ فصلًا فيُولّد كودًا من ستة أحرف، وتعطيه لمتدربيك فينضمون بأنفسهم.

إنشاء كود الدعوة

- من قائمة حسابك اختر «👥 فصولي — لوحة المدرب».
- اضغط «فصل جديد» واكتب اسمًا للفصل (ثلاثة أحرف فأكثر)، مثل «الطاقة الشمسية — ٤٥١ دبلوم».
- يظهر الكود بجانب اسم الفصل؛ انسخه وأعطه متدربيك شفهيًا أو في مجموعة الشعبة.
- لك حتى 12 فصلًا، وكل فصل يتسع إلى 60 متدربًا.
- يمكنك إعادة تسمية الفصل، أو أرشفته فيمنع أي انضمام جديد مع بقاء سجله.

لوحة التحكم: الكشف

اضغط اسم الفصل ليفتح كشف المتدربين. لكل متدرب صف يحمل اسمه، وحالة كل تجربة كلّفته بها، ودرجتها، واختبار الوحدة ودرجته إن أنهى كل تجاربها.

> الكشف لا يحمل بريد أي متدرب، ولا يعرض أي تجربة خارج تكليفك. هذه حدود مقصودة في الخادم نفسه لا في الواجهة فقط.

التكليف

- اضغط «التكليف» واختر التجارب المطلوبة وتاريخ التسليم.
- يظهر التكليف فورًا كشريط أعلى معمل كل متدرب في الفصل.
- الأفضل أن يكون التكليف وحدة كاملة؛ وقتها يظهر لك اختبار نهاية الوحدة ودرجة كل متدرب فيه.
- يمكنك تعديل التكليف في أي وقت؛ ما سلّمه المتدرب يبقى محفوظًا.

الملاحظات والدرجة

الأداة	من يراها	الاستخدام
ملاحظة الفصل	كل متدربي الفصل	تنبيه عام: موعد، تذكير، تصحيح خطأ شائع.

الأداة	من يراها	الاستخدام
ملاحظة المتدرب	ذلك المتدرب وحده	توجيه شخصي على تجربة أو أداء.
درجة التقييم	ذلك المتدرب وحده	درجتك أنت للمتدرب، مستقلة عن درجة المنصة الآلية.

التحدي المباشر في الحصة

اضغط «⚡ جلسة مباشرة» واختر التجربة والعطل واكتب نص التحدي، ثم «أرسل التحدي». خلال ثوانٍ تصل رسالتك إلى كل متدربي الفصل تحمل اسم التجربة وتنبيهًا بأن لوحاتهم ستُمسح؛ فمن ضغط «ابدأ التحدي» فُتحت التجربة على لوحته وحُقن فيها العطل وظهرت لافتة باسمك ونص تحديك. لا يُمسح عمل أحد دون إذنه.

- «✉️ أرسل رسالة فقط»: نص يقرؤه متدربوك ويغلقونه، بلا فتح تجربة ولا مسح لوحة — للتعليمات السريعة أثناء الحصة.
- «أنهِ الجلسة»: يرفع العطل عن لوحات متدربيك جميعًا، ويخفي لافتة التحدي، ويخبرهم أنك أنهيته مع رسالتك إن كتبتها. استخدمه حين تنتقل من التمرين إلى الشرح.

متى يصل أمرك إلى متدربيك؟

أمرك يُحفظ على الخادم في اللحظة التي تضغط فيها، ويظهر لكل متدرب حين يفتح المعمل، أو يرجع إلى تبويب المعمل، أو يضغط «🔄 تحديث» في شريط التكليف. فقل لهم بصوتك بعد الإرسال: «ارجعوا إلى المعمل».

هذا اختيار مقصود: لو كان معمل كل متدرب يسأل الخادم كل بضع ثوانٍ، لتحوّل فصل من ستين متدربًا إلى عشرات الطلبات في الثانية على الموقع طوال الوقت. وبهذه الطريقة لا يُسأل الخادم إلا حين يكون للسؤال معنى، فيتحمّل المعمل عشرات المتدربين في وقت واحد دون أن يبطؤ على أحد.

البث المباشر: أن يشاهدوك وأنت تبني الدائرة

في كشف الفصل خانة «رابط البث المباشر». ابدأ اجتماعًا في Teams أو Zoom أو Google Meet — أيها شئت — وانسخ رابط الدعوة، ثم الصقه في الخانة واضغط «احفظ رابط البث».

- يظهر لكل متدربي الفصل زر أحمر «🔴 انضم لبث مدربك» في شريط التكليف وفي «فصولي».
- يفتح الاجتماع في نافذة أخرى، ويبقى المعمل مفتوحًا عندهم ليطبّقوا معك خطوة بخطوة.
- شارك شاشتك في الاجتماع وأنت داخل المعمل، فيرون كل سلك تضعه وكل قراءة تظهر.

- المنصة لا تحتاج أي اشتراك ولا ترخيص لهذا؛ الاجتماع يبقى في تطبيقك أنت، وتغييره لاحقًا لا يكلّفك إلا لصق رابط آخر.
- امسح الخانة واحفظ لإخفاء الزر بعد انتهاء الحصة.
- لأمان متدربيك لا تقبل الخانة إلا روابط تبدأ بـ https، وتُرفض غيرها.

التقييم: ما تحسبه المنصة وما تحسبه أنت

المنصة تعطي كل تجربة درجة آلية من 100 عند إنهائها (بطاقة التجربة)، واختبار نهاية الوحدة درجة مستقلة. تبقى درجتك التقديرية بيدك في خانة «درجة التقييم».

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».

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

الشهادة

لا تصدر شهادة الوحدة لمتدرب إلا بثلاثة شروط معًا: إنهاء كل تجارب الوحدة، واجتياز اختبارها بـ 50٪ فأكثر، والمرور على شاشة مراجعة الأخطاء. ولا تُطبع الدرجة على الشهادة.

وضع «عرض كمتدرب»

بجانب شريط صفة المدرب زر يحوّل واجهتك إلى واجهة متدرب، فترى بعينه ما يظهر له وما يُخفى عنه: حقن الأعطال، وحقيبة المدرب، وزر كشف الحل، والملاحظات. اضغطه مرة أخرى لتعود مدربًا. مفيد قبل الحصة لتتأكد أن ما حضّرته يظهر كما تريد.

حدود الصفة

صفة المدرب لا تُمنح من صفحة التسجيل. يرسل من يرغب طلبًا، ويُعتمد من لوحة الإدارة فقط. وحتى الاعتماد يبقى حسابه حساب متدرب عاديًا.

الوحدة 1 — الخلايا الشمسية

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

التجربة 1.1 — نقطة تشغيل خلية شمسية

رقم التجربة	1.1
عنوان التجربة	نقطة تشغيل خلية شمسية
الوحدة	الخلايا الشمسية
الزمن المقترح	45 دقيقة

الهدف والفكرة الأساسية

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

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

النتيجة المرجعية في المنصة: Vmp ≈ 0.58 V، Imp ≈ 10 A، P ≈ 5.8 W

الإجابات النموذجية للنتائج

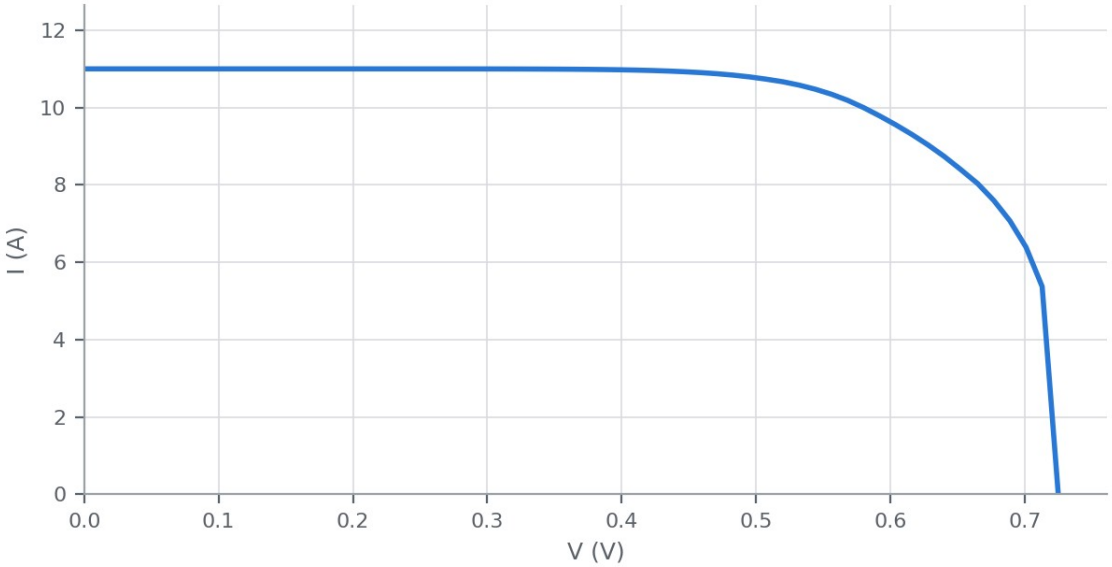
جدول 1.1-1: نقطة التشغيل عند قيم مختلفة للحمل (G = 1000 W/m²، T = 25°C)

مقاومة الحمل R (Ω)	الجهد V (V)	التيار I (A)	القدرة P = V × I (W)
0 (قصر)	0	11	0
0.02	0.22	11	2.42
0.04	0.438	10.94	4.79
0.05	0.53	10.596	5.61
0.058	0.58	10	5.8
0.07	0.63	8.999	5.67
0.1	0.692	6.918	4.79
0.2	0.723	3.613	2.61
∞ (مفتوح)	0.725	0	0

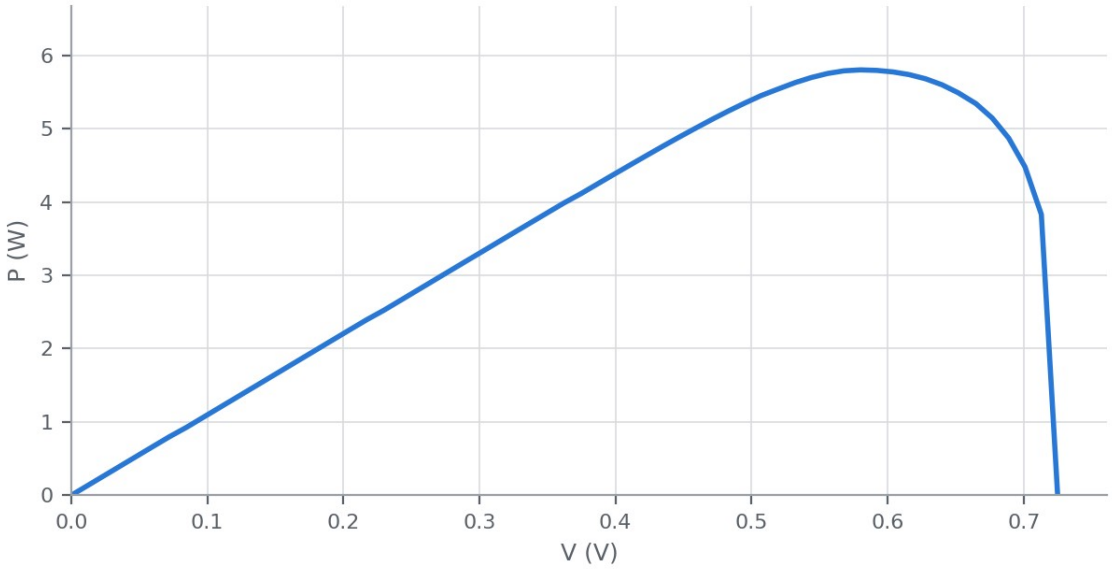
الحسابات النموذجية

- Rmpp = 0.58 ÷ 10 = 0.058 Ω
- Pmp = 0.58 × 10 = 5.8 W
- عند R = 0.1 Ω: P = 4.79 W ⇒ 4.79 ÷ 5.8 = 82.6 %

الرسم البياني النموذجي



شكل 1.1-1 — منحنى I–V للخلية



شكل 1.1-2 — منحنى P–V للخلية

الإجابات النموذجية للاستنتاجات

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

عند القصر الجهد صفر وعند الفتح التيار صفر، والقدرة حاصل ضربهما فتكون صفرًا في الحالتين.

2. ماذا يحدث لنقطة التشغيل عند زيادة مقاومة الحمل؟

كلما زادت المقاومة تحركت نقطة التشغيل نحو جهد أعلى وتيار أقل، وتمر بأقصى قدرة عند R = Rmpp تقريبًا ثم تنخفض.

3. لماذا يوصل الأميتر على التوالي والفولتميتر على التوازي؟

الأميتر يقيس التيار المار في الفرع فيجب أن يمر فيه التيار نفسه، ومقاومته صغيرة جدًا؛ والفولتميتر يقيس فرق الجهد بين نقطتين ومقاومته كبيرة جدًا فلا يسحب تيارًا يُذكر.

أخطاء شائعة لدى المتدربين

- توصيل الأميتر على التوازي مع الخلية (يحدث قصرًا).
- الخلط بين القدرة الاسمية والقدرة عند نقطة التشغيل الفعلية.
- نسيان وحدات القياس أو كتابة mA على أنها A.

افتراضات النموذج (للتوضيح عند السؤال)

- إشعاع وحرارة ثابتان أثناء القياس.
- مقاومة الأسلاك مهملة في النموذج.

معايير التقييم

- 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.

التجربة 2.1 — شحن البطارية من اللوح

رقم التجربة	2.1
عنوان التجربة	شحن البطارية من اللوح
الوحدة	النظام المنفصل
الزمن المقترح	40 دقيقة

الهدف والفكرة الأساسية

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

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

النتيجة المرجعية في المنصة: تيار شحن تقريبي 7.5 A

الإجابات النموذجية للنتائج

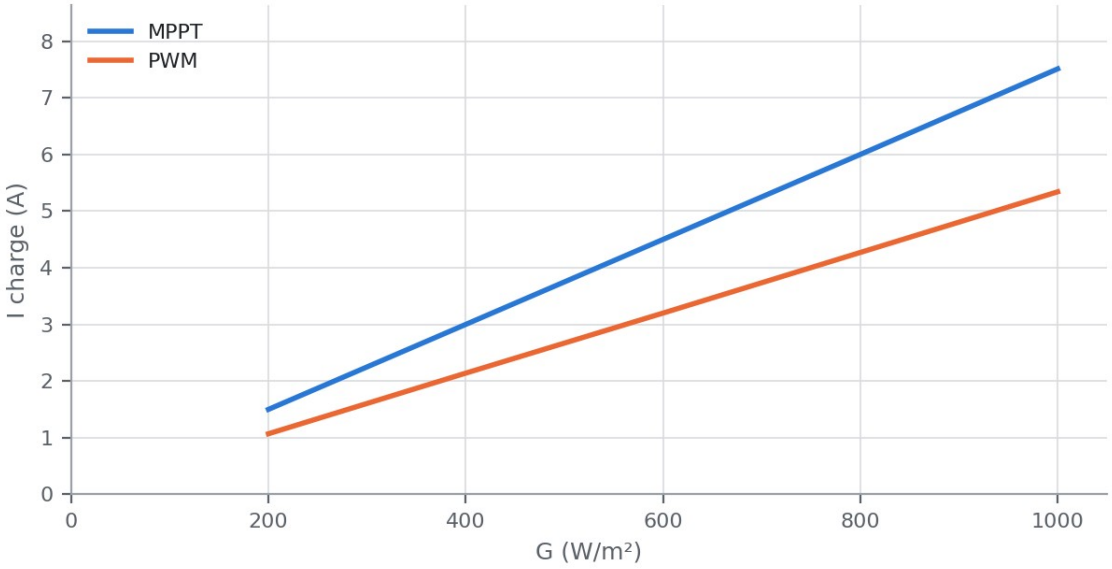
جدول 2.1-1: تيار الشحن مقابل الإشعاع (بطارية 12 V)

G (W/m²)	Ppv (W)	شحنP MPPT (W)	اشحن MPPT (A)	شحنP PWM (W)	اشحن PWM (A)
1000	100.1	90.1	7.51	64.1	5.34
800	80.1	72.1	6	51.2	4.27
600	60	54	4.5	38.4	3.2
400	40	36	3	25.6	2.14
200	20	18	1.5	12.8	1.07

الحسابات النموذجية

- Icharge = 100 × 0.9 ÷ 12 = 7.5 A
- 90.1 ≈ 29 % ÷ (64.1 - 90.1)

الرسم البياني النموذجي



شكل 2.1-1 — تيار الشحن مقابل الإشعاع

الإجابات النموذجية للاستنتاجات

1. لماذا لا يُوصل اللوح بالبطارية مباشرة؟

لعدم وجود حماية من الشحن الزائد والتفريغ العكسي، ولأن جهد اللوح لا يناسب البطارية.

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

لأنه يشغّل اللوح عند جهد البطارية بدل Vmp فتقل قدرته المستخرجة.

3. متى يكون PWM خيارًا مقبولًا اقتصاديًا؟

في الأنظمة الصغيرة جدًا عندما يكون Vmp للوح قريبًا من جهد البطارية والتكلفة هي الأهم.

أخطاء شائعة لدى المتدربين

- توصيل البطارية على مدخل PV في المنظم.
- توصيل الألواح قبل البطارية في التطبيق الحقيقي (أغلب المنظمات تحتاج البطارية أولًا).

افتراضات النموذج (للتوضيح عند السؤال)

- الحسابات الأولية مثال عند كفاءة 90%؛ تتغير النتيجة الحية باختيار MPPT أو PWM.
- جهد البطارية التعليمي 12V وثابت للحساب.

معايير التقييم

- 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.

التجربة 3.1 — الربط الأساسي مع الشبكة

رقم التجربة	3.1
عنوان التجربة	الربط الأساسي مع الشبكة
الوحدة	النظام المتصل
الزمن المقترح	35 دقيقة

الهدف والفكرة الأساسية

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

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

النتيجة المرجعية في المنصة: قدرة AC تقريبية 90 W

الإجابات النموذجية للنتائج

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	100.1	90.1	تصدير 90.1 W
800	80.1	72.1	تصدير 72.1 W
500	50	45	تصدير 45 W
200	20	18	تصدير 18 W
0	0	0	0 W

الحسابات النموذجية

- Pac = 90 W
- 90 × 5 = 450 Wh

الإجابات النموذجية للاستنتاجات

1. لماذا لا يستطيع الإنفرتر الشبكي العمل بدون شبكة؟

لأنه يتبع جهد الشبكة وترددها كمرجع، ومن متطلبات السلامة أن يتوقف عند غيابها (Anti-islanding).

2. ما وظيفة العداد ثنائي الاتجاه؟

يقيس الطاقة المستوردة من الشبكة والمصدّرة إليها لاحتساب صافي الاستهلاك.

أخطاء شائعة لدى المتدربين

- اعتبار الإنفرتر الشبكي مصدرًا احتياطيًا عند انقطاع الكهرباء.

افتراضات النموذج (للتوضيح عند السؤال)

- الشبكة مستقرة عند 220V و50Hz.
- كفاءة الإنفرتر 90%.

معايير التقييم

- 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.

ملحق: نموذج رصد درجات التجارب

م	اسم المتدرب	1.1	2.1	3.1	ملاحظات
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

في النسخة الكاملة نموذج رصد لكل التجارب الـ 23.

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

حقيبة المدرب الكاملة

الإجابات النموذجية والرسوم والتقييم لكل التجارب الـ 23، مع تراخيص للكليات والمعاهد.

اطلب حقيبة المدرب الكاملة

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