



صيانة نظم إنتاج الطاقة المتجددة

الجزء الأول

صيانة نظم إنتاج
الطاقة الشمسية الفولطائوية
المستخدمة في ضخ المياه

2005



صيانة نظم إنتاج الطاقات المتجددة

الجزء الأول

صيانة نظم إنتاج الطاقة الشمسية الفولطائوية

المستخدمة في ضخ المياه

مراجعة

محمد المعالج

ترجمه عن الفرنسية

عزيز ساسي

أعد تحت إشراف

عثمان بن الشيخ
محمد المبدي

تأليف

محمد بكري
محمد البرامي
عبد الواحد الشرعي

2005

منظمة الأمم المتحدة للتربية والثقافة والعلوم

اليونسكو

صيانة نظم إنتاج الطاقة الشمسية الفولطاضوئية المستخدمة في ضخ المياه

المجلد الأول

تحت إشراف

عثمان بن الشيخ ومحمد المبدى

تمهيد

يشكل ضعف نسبة تزويد سكان الأرياف بالطاقة في الدول النامية، عائقاً هاماً للنمو الاقتصادي والاجتماعي (السوسيو اقتصادي) لهذه المناطق. واستناداً لهذا الواقع، ولتقليص الفوارق بين الواسطين الحضري والريفي، شرع عدد من البلدان في تفعيل سياسات تهدف إلى جعل طرق استهلاك الطاقة أكثر نجاعة من جهة، وإلى استغلال موارد الطاقة المتجددة من جهة أخرى.

ووعياً منه بالدور الذي يمكن أن تلعبه الطاقات المتجددة في بعض المناطق من العالم، بعث قسم العلوم الهندسية والتكنولوجيا بمنظمة اليونسكو بإدارة السيد بوريس بيركوفسكي برنامجاً عالمياً طموحاً حول الطاقة الشمسية تحت عنوان "مسار قمة الشمس العالمية". ويتميز هذا البرنامج الذي يحدد إطاراً للتنسيق بين المبادرات المختلفة بكونه يُشرك كل الفاعلين (صناع القرار لدى الدول، مسؤولي برامج، مؤسسات حكومية وبيروقراطية، جمعيات، صناعيين، فاعلين وطنيين، مستخدمين...) من مناطق مختلفة من العالم ويضع نصب أعينهم نفس الهدف، وهو جعل الطاقات المتجددة تنبؤاً المكانة الجديرة بها في النظام الطاقوي العالمي.

وفي هذا الإطار، وقع اعتبار التعليم قطاعاً استراتيجياً (ذا أهمية كبرى على الصعيد العالمي) خلال المشاورات الإقليمية المختلفة السابقة، مما يدل على الأهمية التي تعطيها الأمم لتأهيل مواردها البشرية التي تُعدّ أساساً لكل نموّ، وهو قطاع تعاني فيه الدول النامية عوزاً جليلاً.

ولضمان نجاح أي برنامج لاستغلال الطاقات المتجددة، وجب على الأخصائيين، بمختلف مستوياتهم، الإلمام بالتجهيزات والمعدات المستعملة في المشروع، وكذلك ضمان صيانتها وإصلاحها.

ومن المفترض أيضاً ضمان تكوين (تأهيل) الأطر في مجال الطاقات المتجددة، وعلى كافة المستويات، ولا سيما على مستوى أصحاب القرار والمخططين (المهندسين، الاقتصاديين، الأطر الإداريين)، والباحثين والمستخدمين، وعلى وجه أخصّ التقنيين المحليين المكلفين بالصيانة وإرشاد المستعملين. وعلى هذا الأساس، ارتئي إعداد حقيبة تعليمية متعددة الوسائط حول صيانة نظم الطاقات المتجددة (وثائق مكتوبة، صور استعراضية، أشرطة فيديو وبرامج حاسوب). ومن شأن هذه الأداة الثمينة الموجهة إلى التقنيين المحليين، تحسين مهاراتهم وتزويدهم بالعناصر التعليمية اللازمة لضمان خدمات صيانة أفضل للمعدات والتجهيزات.

المصطلحات

A	: أمبير (وحدة قياس التيار الكهربائي)
CA	: تيار متناوب (متردّد)
CC	: تيار مستمر (متواصل)
°C	: درجة حرارة مئوية سلسيوس
HGT	: العلوّ الهندسي الإجمالي بالمتر
HMT	: العلو المانومتري الإجمالي (وحدة قياس الضغط) بالمتر
HZ	: الهرتز (وحدة قياس التردد- الذبذبة)
I	: التيار الكهربائي
Icc	: تيار الدارة القصيرة (بالأمبير)
Isc	: تيار مشحون (بوحدة الأمبير)
l/s	: لتر في الثانية (وحدة الصبيب اللحظي أو التدفق اللحظي)
mA	: ميلي أمبير (وحدة قياس التيار)
mV	: ميلي فولط (وحدة قياس التوتر)
Q	: الصبيب باللتر في الثانية (l/s) أو المتر المكعب في اليوم (m ³ /jour)
SP	: مضخة مغمورة، Submersible Pump
V	: فولط (وحدة التوتر أو الجهد الكهربائي)
Vco	: جهد الدارة المفتوحة
Vcc	: جهد الدارة القصيرة
Vsc	: جهد مشحون
W	: الواط (وحدة قياس القدرة الكهربائية)
Wc	: واط ذروة (وحدة قياس قدرة طاقة الوحدات الشمسية الفولطاضوئيّة تحت إشعاع شمسيّ قدره 1000 واط في المتر المربع (1000 w/m ²) و درجة حرارة وصل قدرها 25°س

مقدمة

تعمل بالعالم حاليا آلاف محطات الضخ الشمسية الفولطاضويّة. وتوفر هذه المحطات أهم وسيلة لنقل الماء للسكان وماشيّتهم في القرى غير المكهربة، كما قد تستعمل في استغلال فائض الماء في بعض الزراعات السقوية الصغيرة. لكن تطوير الضخ الشمسي الفولطاضوي، شأنه في ذلك شأن كل التقنيات الجديدة، اصطدم بعدد من المشاكل، منها ما لايزال قائما إلى حد الآن: مشاكل الصيانة والإصلاح. فبالفعل، أنجزت بعض التجارب الميدانية أسرع من اللازم، رغم كونها ما تزال في طور الدراسة والاختبار. وهناك تجارب أخرى، رغم نتائجها الإيجابية المسجلة، لم تحظ بما يلزمها من تأطير وبرامج متابعة... إلخ. ويمكن اعتبار تجربة بعض البلدان كالمغرب ومالي وغيرهما مثلا يقتدى به في هذا المجال، كما يمكن اتخاذها نموذجا لنشر هذه التكنولوجيا. ويرجع تاريخ تدشين هذه المضخات في تلك البلدان إلى الثمانينيات. وهي مضخات تعمل بشكل جيّد، غير أنها تشكو من عيبين أساسيين:

- تآكل صحن العمود المحرّك؛
 - صعوبة عمليّات إصلاح الأعطاب التي قد تتطلّب إحضار آليات رفع ثقيلة وتستغرق وقتا طويلا.
- بدأ هذا النوع من النّظم بالاختفاء شيئا فشيئا وظهرت مكانه المضخات الكهربائية المغمورة التي تعمل بالتيار المتناوب (C.A). و تنفّذ حاليا، برامج واسعة لنشر هذا النوع من المضخات في بلدان الساحل الإفريقي وشمال إفريقيا.

و ليس الهدف من هذا الدليل وصف التجارب المذكورة، ولكن إظهار قيمة بعض جوانبها، خاصة منها طريقة تركيب وصيانة نظم الضخ بالطاقة الشمسية لضمان دوام استعمالها وتمديد صلاحيتها.

كما تجب الإشارة إلى أن هذا الدليل هو موجّه بالأساس إلى الفرق التقنية المكلفة بصيانة مصادر الماء المجهّزة بمضخات شمسية فولطاضويّة، وهو يجيب عن الأسئلة التالية:

- كيف يركّب النظام الشمسي لضخ المياه؟
 - كيف يتم تشغيله؟
 - كيف تُختبر فعاليته؟
 - كيف تتم صيانتة؟
 - كيف يمكن كشف العطب وإصلاحه في حالة خلل وظيفي في النظام؟
- وفضلا عن الجوانب التقنية التي تشغل الحيز الأكبر من هذا الدليل، فقد تمّت الإشارة إلى بعض التوضيحات التي تبين طريقة الإشراف على تلك الجوانب، كتكوين فريق مكلف بـ:
- متابعة عملية إنجاز نظم ضخ المياه

- متابعة عمليات الصيانة والإصلاح
 - متابعة عمليات التركيب.
- كما تمّ التأكيد في هذا الكتاب على بعض الوسائل التي تبدو ضرورية للقيام بالعمليات المذكورة:
- الأدوات والآليات الضرورية؛
 - إنجاز وثائق تقنية من شأنها تسهيل تدوين المعلومات المتعلقة بعمل نظام الضخ.
- وأخيرا، أخذنا كنموذج في هذا الكتاب نظام ضخ بالطاقة الشمسية مع مضخة بمحرك مغمور، وذلك نظرا لكثرة استعماله في أغلب برامج التجهيز.

الجزء الأول

الباب الأول

مبادئ وكيفية عمل منظومة ضخ المياه
بالطاقة الشمسية الفولطاضويّة

البطاقة الأولى

التعريف بمنظومة الضخ بالطاقة الشمسية الفولطاضويّة (ف.ض)

1- نظرة عامة:



الشكل 1: مظهر إجمالي لنظام ضخ فولطاضوي

تتكون منظومة الضخ (ف.ض) عامة من:

- مولّد فولطاضوي، يتكون بدوره من وحدات فولطاضويّة
- صندوق تحكم قد يتكون حسب الحالات من:
 - قاطع دارة بسيط،
 - محوّل (مطوّع) معاوقة (Adaptateur d'impédance)،
 - مموّج Onduleur ،
 - بطاقة تحكم إلكترونية.
- مضخة بمحرك.

2- المضخة ذات المحرك:

وتتكون من جزئين:

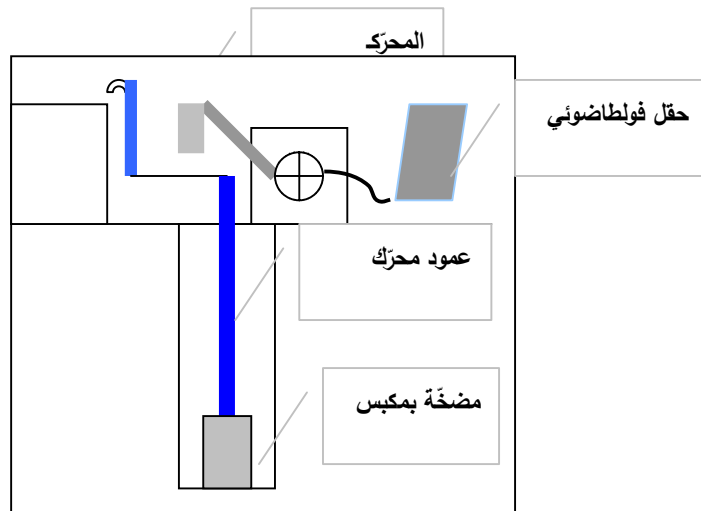
المحرك

قد يكون مغمورا أو خارج الماء، يعمل بتيار مستمرّ معزّز بفرش أو بدونها، أو تيار متناوب بطور واحد أو ثلاثة أطوار.

في حالة التيار المستمر، يوصل المولد الفولطاضوي بالمضخة مباشرة. غير أنه من الممكن تركيب محوّل معاوقة (مستمر/مستمر) عند مخرج المولد لزيادة مردودية المنظومة. ويُثبت المحول بين المولد والحاملة (المضخة).

المضخات

تصنّف المضخات المائية عادة حسب طريقة عملها، فهي إما محجامية أو نابذة. كما نميّز بين نمطين لعملها، فهي تعمل إما بالجذب أو بالدفع. ويجب تركيب المضخات التي تعمل بالجذب على علو أقل من عشرة أمتار بالنسبة لسطح الماء المضخوخ، كما تلزمها آلية لسقيها. أما المضخات التي تعمل بالدفع فتكون إما مغمورة في الماء مع المحرك (شكل أحادي التركيب) وإما على السطح مع المحرك (مع العمود المحرك). تعطي المضخة المحجامية الطاقة الحركية التي تسمح للسائل بالتغلب على الجاذبية عن طريق ضخات متتالية لحجم (كمية) معيّن من الماء يمرّ بالتناوب من فوهتي الجذب والدفع. تشمل المضخات المحجامية: المضخات اللولبية والمضخات ذات الألواح والمضخات ذات المكبس والمضخات ذات الحاجز. ويستعمل النوعان الأخيران في الآبار وعمليات الحفر العميقة (أكثر من 100 متر). ويتم الجر بواسطة عمود طويل جدا موصول إلى محرك كهربائي في السطح.

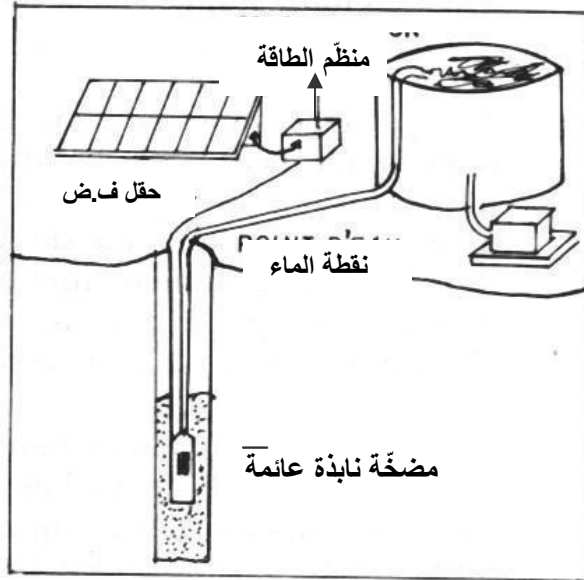


الشكل 2: مضخة بمكبس

يكون صبيب المضخة الحجمية مرتبطا بسرعة المحرك، ولكنه يتغير بالأساس حسب العلو المانومتري الإجمالي (HMT) ويكون ثابتا بالنسبة لسرعة المحرك. ولهذا السبب تستعمل هذه المضخات عادة في الآبار وعمليات الحفر كبيرة العمق وذات صبيب مائي ضعيف. كما تستعمل أحيانا كمضخات سطحية عندما تكون القوة المسلطة بطيئة وغير منتظمة والصبيب المطلوب ضعيفا، كما هو الحال بالنسبة للمضخات اليدوية والهوائية متعددة الشفرات.

تسلط المضخات النابذة الطاقة الحركية على السائل بواسطة عجلات موصولة بشفرات أو جنيحات. وتشمل المضخات النابذة المضخات القابلة للغمر المزودة بمحرك في السطح أو مغمور بدوره، والمضخات العائمة، والمضخات الدوّارة التي تعمل بالجذب.

يتغير صبيب مضخة نابذة بتناسب مع سرعة دوران المحرك، وبتزايد عزمها بسرعة حسب هذه السرعة والعلو المانومتري الإجمالي بتناسب مع مربع سرعة المحرك. لذلك، فمن المفروض أن تكون سرعة دوران المحرك مرتفعة جدا لضمان صبيب جيد. وتستعمل المضخات النابذة عادة للصبيب الكبير والعمق المتوسط (أقل من 100 متر). ويعتبر علو مستوى الماء مهمًا بالنسبة لهذه المضخات، بل يجب بلوغ سرعة دنيا متناسبة مع العلو المانومتري الإجمالي (HMT) للحصول على صبيب أولي.

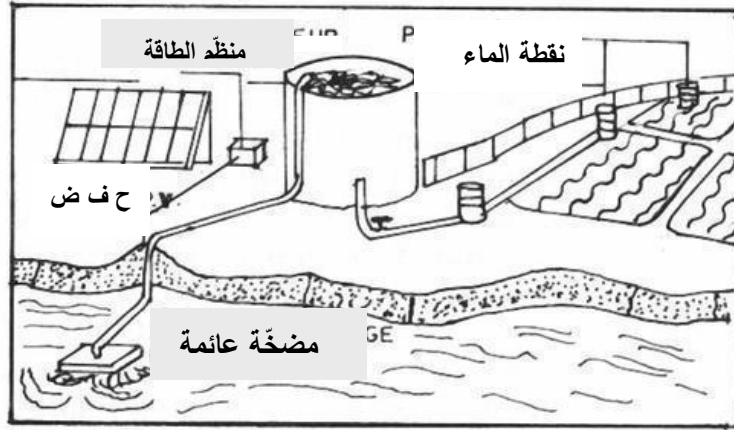


الشكل 3 : مضخة نابذة قابلة للغمر

يكثر استعمال المضخات النابذة مع الأجهزة التي تعمل بالطاقة الفولطاضوئية لأن المحرك يكون قادرا على إعطاء سرعة دوران كبيرة وثابتة تقريبا. إضافة إلى كون ضخ المياه للاستعمال المنزلي يتم عادة من الآبار على عمق قدره ما بين 10 و 50 مترا، وهو ما يناسب تماما المضخات النابذة متعددة الطبقات. كما يمكن لهذه المضخات التكيف مع عمليات الحفر الصغيرة، مما يسمح باستغلال طبقات المياه الجوفية العميقة التي غالبا ما يتراوح عمق المياه فيها ما بين 30 و 100 متر.

وتستعمل المضخات الشمسية أيضا في الزراعات السقوية الصغيرة، عندما لا يكون العلو المانومتري الإجمالي (ع.م.إ) كبيرا، أي انطلاقا من مياه سطحية كمياه النهر مثلا. يجدر بالذكر أن قدرة مولد الطاقة الشمسية

تتناسب مع الصبيب و (ع.م.إ)، وأن زراعة الخضروات تتطلب عادة كميات كبيرة من الماء. أمّا إذا كان العلوّ المانومتري كبيراً، فإن المضخة الشمسية سوف لن تكون مناسبة لمنافسة المضخات التقليدية الأخرى (كمضخات الديزل مثلاً).



الشكل 4 : مضخة نابذة عائمة

اعتبارات مهمّة عند اختيار مضخة شمسية

- تجر المضخات الشمسية الماء عادة من بئر أو حفرة عميقة بصبيب ضعيف. ومع هذا، قد يكون الصبيب أكبر من قدرة المورد المائي على إعادة الامتلاء، وبالتالي ينخفض مستوى الماء. لذلك يجب أن تكون فوهة المضخة مغمورة بما فيه الكفاية حتى تبقى دائماً تحت الماء. ومن أجل حماية المضخة من العطب، يُنصح بتركيب قاطع دارة يتحكم في مستوى الماء، لكي يقطع التيار عن المضخة حين تصيح فوق مستوى الماء.
- قد يتغير مستوى الماء أيضاً حسب الفصول والسنوات، ويصعب التنبؤ بمستوى التغيير حيث يرتبط ببعض خصائص الطبقة المائية وبمعدل عملية الضخ. ويجب اختبار البئر أو الحفرة قبل تركيب المضخة لتحديد مستوى الجر.
- من الممكن إضافة بطاريات لجعل مستوى الصبيب ثابتاً لفترات أطول. وفي هذه الحالة، يمكن استعمال مضخة صغيرة ذات صبيب صغير من أجل أداء أفضل.
- لزيادة مردودية مضخة شمسية تعمل بدون بطارية، يمكن إضافة مطاوع معاوقة يمكّن من تشغيل المضخة بأقصى قدرتها (Maximum power point tracker) وذلك بتخفيض الجهد وزيادة التيار الخارج من الحقل الفولطاضوئي عندما يكون الإشعاع الشمسي ضعيفاً.

- يعمل محرك المضخة الشمسية بالتيار المستمر أو بالتيار المتناوب. تُركَّب المحركات التي تعمل بالتيار المستمر (DC) مباشرة على الحقل الفلطاظوي، وغالبا ما يكون تشغيلها أبسط من تلك التي تعمل بالتيار المتناوب (AC)، ولكنها تحتوي على فُرَش إبدال يجب تغييرها بصفة منتظمة، وهو ما يصعب بالنسبة للمضخات المغمورة. وهناك أيضا محركات تعمل بالتيار المتسمر تحتوي على منظومة إبدال إلكتروني ولا تحتاج إلى الفُرَش. أما المحركات التي تعمل بالتيار المتناوب فإنها تحتاج إلى مَمَوِّج لتعمل بالطاقة الفولطاظوية، لكنها بالمقابل لا تحتاج إلى صيانة كبيرة، وقد أثبتت مدى نجاعتها بالنسبة لمحركات التيار المستمر.
- إن أهم المعطيات بالنسبة لأي منظومة ضخ تتلخص في كمية الماء المطلوبة يوميا والعلو الإجمالي الذي يجب رفع المياه إليه حتى يتم استخدامها.

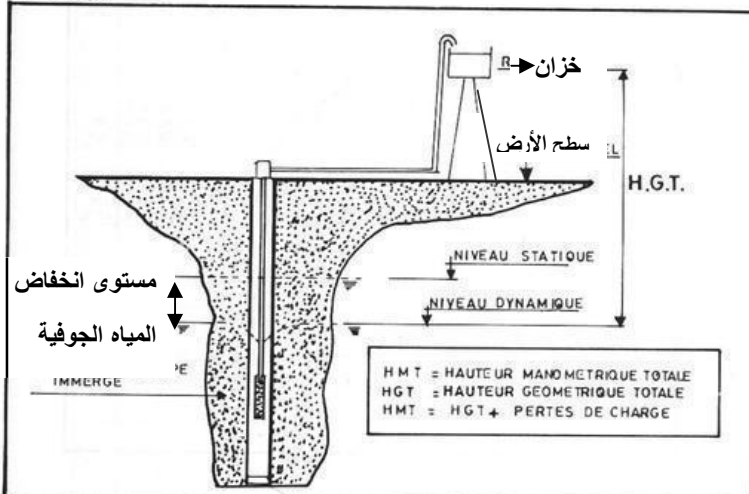
يمكَّننا الجدول التالي من التعرف على كمية الحاجيات اليومية من الماء. وقد قُدرت هذه الحاجيات بالنسبة لدول الساحل الإفريقي ، أما المناطق الأكثر رطوبة فتحتاج إلى كميات أقل.

شخص واحد	: 20 لترا في اليوم
بقرة واحدة	: 40 لترا في اليوم
خروف واحد	: 5 لترات في اليوم
حصان واحد	: 40 لترا في اليوم
حمار واحد	: 20 لترا في اليوم
جمل واحد	: 20 لترا في اليوم
هكتار واحد (مستنبت خضر)	: 70 مترا مكعبا في اليوم

يحسب العلو المانومتري الإجمالي انطلاقا من المستوى الثابت للبيئر أو الحفرة، يضاف إليه علو الخزان وضياح الحمولة الناتج عن الأنابيب. وعادة ما نضيف 10% إلى مستوى الارتفاع لتعويض هذا النقص.

العلو المانومتري الإجمالي HMT =
عمق المياه الجوفية + علو الخزان +
ضياح الحمولة.

HMT : profondeur de la nappe d'eau + hauteur du réservoir + pertes de charge.



الشكل 5: تحديد العلو المانومتري الإجمالي.

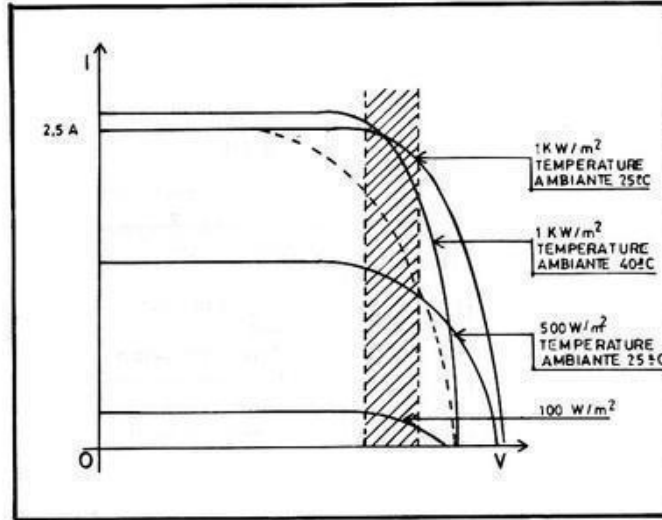
HMT = (ع.م.إ) : العلو المانومتري الإجمالي

HGT = (ع.ه.إ) : العلو الهندسي الإجمالي

البطاقة 2

طريقة عمل منظومة فولتا ضوئية للضخ

إذا ما أخذنا في الاعتبار شكل خاصية المولد (الشكل أسفله)، سوف تكون الحمولة مناسبة إذا كانت خاصيتها I = f(V) تنتمي إلى المنطقة الأحسن مردودية (الجزء المظلل).



الشكل 6: ربط مباشر لمضخة كهربائية /مولد فولطاضوئي

معدل المردودية خلال 6 سنوات		السلبيات	المزايا	نقل الحركة	المضخة	المحرك	العلو (ع.م.إ.)	مكونات منظومة الضخ
30%	25%	سقي المضخة	المعدات متوفرة	مباشر	أحادية الخلية	تيار مستمر	> 7 أمتار	مضخة عائمة
40%	28%	تركيب وصيانة العمود	معدات صناعية	ميكانيكي	متعددة الخلايا	تيار مستمر (ت.س)	> 20 مترا	مضخة كهربائية مغمورة مع محرك في السطح
42%	32%	صيانة وتغيير فرش التبدل ---- تقنية في بداية التطوير ---- محول ومحرك خاصان	بساطة التركيب ---- منظومة متوافق مع المولد الفولطاضوئي	كهربائي	متعددة الخلايا	ت.س بفرش تبديل (ف.ت) ---- ت.س بدون ف.ت ---- تيار متناوب	> 100 متر	مضخة كهربائية مغمورة

الجدول 1: مقارنة بين طرق الضخ المختلفة.

1. اقتران (ربط) مباشر لمضخة كهربائية | مولد فولطاضوئي (ض.ف):

يكون المحرك مستمرا بمغناطيس دائم، ومدّ الحث ثابتا. والمعادلات الأساسية لهذا المحرك هي:

$$(1) \quad A * I = C_m$$

$$(2) \quad V - RI = B * N$$

$$\text{مزدوجة ميكانيكية} = C_m$$

$$\text{تيار المحرك} = I$$

$$\text{جهد المحرك} = V$$

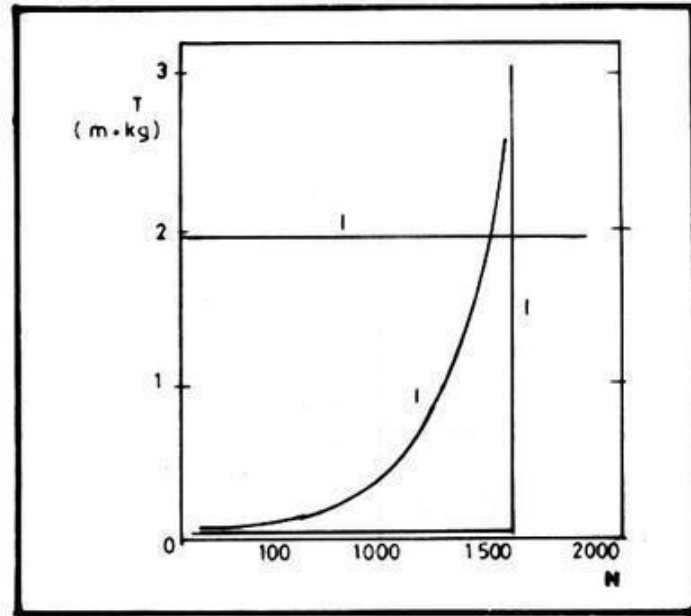
$$\text{مقاومة المحث} = R$$

$$\text{ثابتة} = A$$

$$\text{ثابتة} = B$$

$$\text{سرعة الدوران} = N$$

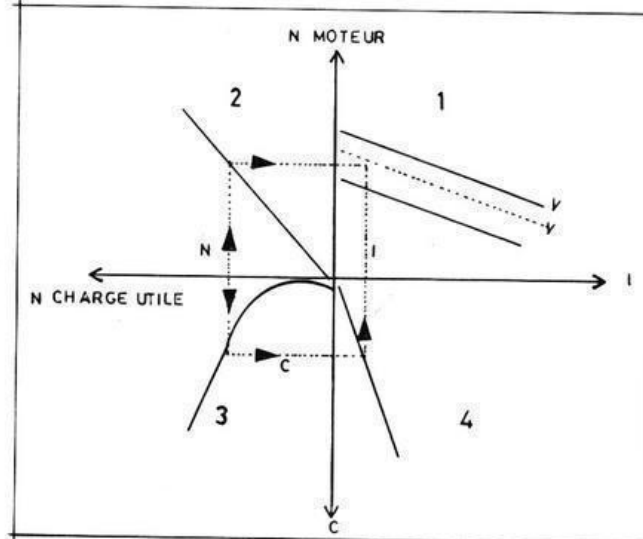
تفرض الحمولة النافعة (المضخة) "مزدوجة المقاومة" حسب السرعة. و في حالة مضخة نابذة، يكون ارتفاع هذه المزدوجة سريعا مع تزايد السرعة (الشكل 3).



الشكل 7 : مزدوجة المقاومة بدلالة سرعة المحرك

لكل قيمة للسرعة N ، يمكن إيجاد مزدوجة المقاومة المناسبة C وبالتالي قيم I و V من خلال معادلات المحرك 1 و 2.

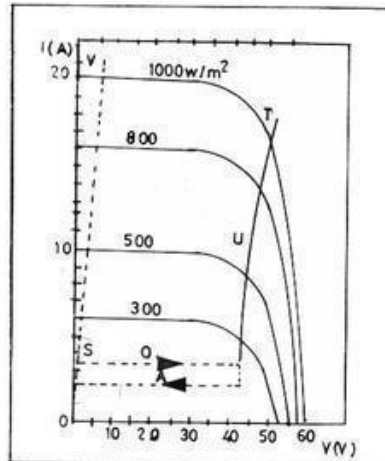
ويبين الشكل التالي كيف يمكن رسم منحنى $I = f(V)$ بدلالة



الشكل 8 :إنجاز منحنى $I=f(V)$

نجد في المنطقة 1، خاصية $N(I)$ عندما تكون سرعة المحرك المستمر ثابتة. وفي المنطقة 4، نجد المنحنى $C(I)$ للمحرك وهو مستقيم (المعادلة 1). وفي المنطقة 3، نجد خاصية $C(N)$ للحمولة النافعة. و تمكنا المنطقة 2 من اعتبار مخفض للسرعة قد يرگب بين المحرك و الحمولة ($N = \text{محرك}$ ، $K*N$ هي الشحنة النافعة).

وهكذا نرى أنه بربط مولد فولطاضوئي مباشرة مع محرك بتيار مستمر (بمغناطيس دائم) مقرونا بمضخة نابذة، يمكننا تحديد نقاط عمل (تشغيل) المنظومة (الشكل 9)، انطلاقا من المنحنيين $I(V)$ للمولد، والمنحنى $I(V)$ للمضخة الكهربائية التي نرى تركيبها مفسرا في

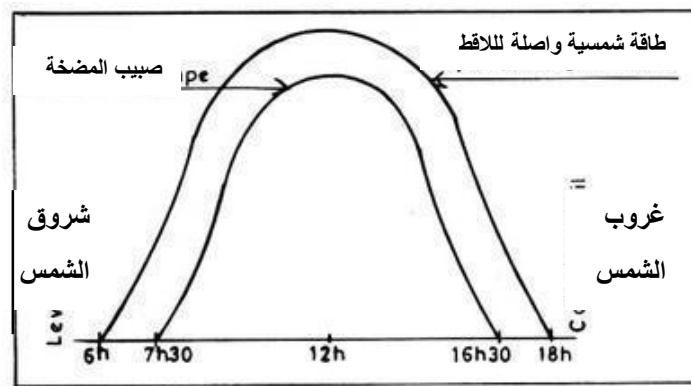


الشكل 9: طريقة عمل منظومة فولطاضوئية للضخ بربط مباشر

الشكل 8.

مع طلوع النهار، تكون اللوحة الشمسية في حالة دارة قصيرة (دارة قصر) عبر المحرك الذي يكون متوقفا حينئذ. وعندما يتم بلوغ مستوى معين (D) من الإشعاع الشمسي، يكون التيار وبالتالي المزدوجة كافيين لتشغيل المضخة. وتبدأ تزداد سرعة الدوران (T) سريعا ويتبعها صبيب مائي. وسوف ترتفع السرعة (T) بتزايد نسبة التشمس. كما يزداد الصبيب في نفس الوقت حتى منتصف النهار "الشمسي" ثم يبدأ في الانخفاض. و تتوقف المنظومة عن العمل عندما تصبح درجة التشمس (A) أقل من المستوى المعين (D) .

يبين الشكل 10 كمية إنتاج منظومة الضخ الفولطاضوية خلال يوم واحد.



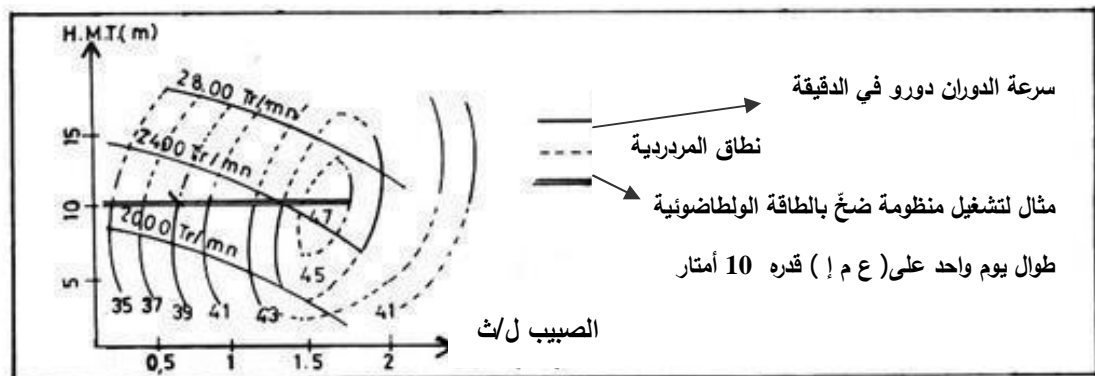
الشكل 10: كمية إنتاج منظومة ضخ فولطاضوية خلال يوم واحد

2. اقتران (ربط) غير مباشر لمجموعة مضخة بمحرك \ مولد فولطاضوي

يتم هذا الاقتران في حالة محرك يعمل بتيار متناوب وذلك بإضافة محول (قالب تيار). بينما عندما يكون المحرك يعمل بتيار مستمر، فإنه يُستعمل مطّوع معاوقة لرفع مردود المولد الشمسي.

3. كيفية عمل المضخة

تعتبر المضخات النابذة الأكثر استعمالا في الضخ الشمسي، ويبين الشكل التالي خصائصها:



الشكل 11: خصائص المضخات النابذة

صُممت المضخة أعلاه لتعطي أحسن مردودية ممكنة (47%) في الظروف التالية:

ع.م.إ : 10 أمتار

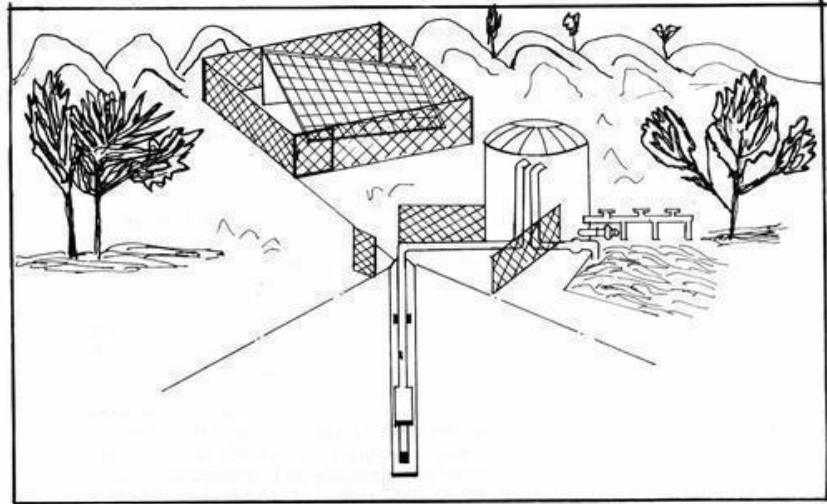
الصبيب : 1.25 لتر في الثانية (ل/ث)

سرعة الدوران الثابتة : 2800 دورة في الدقيقة (داد)

ومن الشكل أعلاه، نستنتج ما يلي:

- لعلو (ع.م.إ) معين، لا تبدأ المضخة بتدفيق الماء حتى تبلغ سرعة دوران معينة، أي عندما يتم تجاوز المستوى الأدنى للقوة الكهربائية التي ترتبط بأشعة الشمس؛
- لعلو (ع.م.إ) معين، يمثل عمل منظومة ضخ فولطاضوئية خلال يوم واحد بقطعة من مستقيم أفقي، تبدأ مع بداية الخاصيات المذكورة أعلاه وتنتهي بنهايتها؛
- لقوة كهربائية معينة (سرعة دوران ثابتة)، يترتب على عمل مضخة بـ (ع.م.إ) مغاير لـ (ع.م.إ) الافتراضي، نقص ملحوظ في مردوديتها وهو ما يدل على أهمية تحديد العلو (ع.م.إ) عند الشروع في اختيار الموقع المراد تزويده بمضخة (ف ض). ويترتب على كل تحديد خاطئ للعلو (ع.م.إ) تصميم غير صحيح لأبعاد المضخة، مما يرجع سلبا على التكاليف ومردودية التجهيزات.

إن ما يميّز منظومة ضخ بالطاقة الشمسية الفولطاضوئية عن غيرها، هو مصدر الطاقة التي



الشكل 12 : منظومة ضخ بالطاقة الشمسية

تشغله (مولد الطاقة الشمسية). أما المضخة والمحرك فهما شبيهان بتلك التي تستخدم في أغلب منظومات الضخ (كالمضخات الكهربائية) مع أخذ بعض الاختلافات بعين الاعتبار. ويرتبط بتركيب هذه الأنظمة عدد من المشاكل التي يجب معرفتها لمواجهتها بطريقة أنجع. ولهذا الغرض، وجب اتباع طريقة التركيب التي سنفصلها مرحلة بمرحلة.

الجزء الأول

الباب الثاني

التهيؤ لتركيب منظومة ضخ الماء
تعمل بالطاقة الشمسية الفولطاضويّة

البطاقة 1

إعداد الموقع

تعتبر دراسة الموقع من أهم الترتيبات لتركيب مكونات منظومة الضخ بالطاقة الشمسية. وتتمثل هذه المرحلة في جرد كل الخصائص التقنية والسوسيو اقتصادية للموقع، حتى تُمكن دراسته من معرفة مدى توافقه مع التجهيزات المختارة، وتعتبر تمهيدا لما يتلوه من مراحل:

- إعداد التجهيزات التي سيتم تركيبها
 - إعداد الأدوات اللازمة
 - تنظيم الفريق المكلف بالتركيب
- فلا بد إذن من زيارة الموقع لتدقيق المعلومات التالية: (انظر بطاقة إعداد الموقع في الملحق)
- سهولة الوصول إلى الموقع،
 - عدد سكان المنطقة بالضبط وتوزيعهم جغرافيا،
 - الحاجيات من الماء (السكان، الحيوانات، السقي، وجود موارد منافسة: مضخات يدوية أو هوائية...)، تعاقب الفصول؛
- الاستعمال المرجو للماء، قصد تحديد الإمكانيات المتاحة لاستغلاله،
- تحديد مكان المورد المائي (الإحداثيات، الشكل، العمق الكلي، المستوى الثابت، اختبار مستوى الصبيب، التغيرات...)،
 - تحديد مكان الخزان (الشكل الهندسي، السعة، العلو بالنسبة لجانب البئر، المسافة بالنسبة للبئر...)
 - تحديد مكان تركيب مولد الطاقة الشمسية (المسافة بالنسبة للبئر والخزان...)،
 - تحديد كل ما من شأنه أن يعيق عمل المنظومة (مسافات جد كبيرة، وجود عوائق طبيعية، قلة الماء في البئر...)،
 - التعرف على الموارد المحلية التي قد تساعد في أعمال التركيب (الرمل، الحصى، الإسمنت...)،
 - مدخول السكان،
 - مستوى التنظيم الداخلي للسكان (جمعية، تعاونية...).
- ويجدر التذكير بأن النقاط المذكورة أعلاه قد تُساعد أيضا على معرفة دوافع السكان، وعادة ما تكون مؤشرا على حظوظ نجاح منظومة الضخ المزمع تركيبها.

البطاقة 2

إعداد التجهيزات

بعد المرحلة الأولى المتمثلة في تفقد الموقع، وبعد تحليل الخاصيات المذكورة، تأتي مرحلة إعداد تجهيزات التركيب (اللوحات الشمسية، المضخة، المحرك، البنية...). ومع أنه في الغالب تسلم التجهيزات حسب خاصيات الموارد المائية المختارة، فمن الأفضل مراجعة كل اللوازم والتجهيزات (حالتها وكميتها) قبل استلامها على موقع التركيب. ولا تقتصر هذه العملية على جرد مكونات منظومة الضخ فحسب، بل يجب أيضا التأكد من موافقتها لخاصيات الموقع ومراجعة نصائح البائع. ولذلك وجب عدّ وفحص كل مكون من مكونات منظومة الضخ بالطاقة الشمسية (انظر بطاقة "إعداد التجهيزات" الملحقة).

- الوحدات الشمسية الفولطاضويّة (حالتها، كميتها، خاصياتها التقنية، لوالب تثبيتها، مصابيحها ثنائية الأقطاب...)،
- المجموعة مضخة + محرك (خاصياتها، الواصل، لوازم التركيب...)،
- خيط التزويد الكهربائي الخاص بمحرك المضخة (المقطع، الطول، عدد الخيوط الموصلة، الواصل، عدة صمغ رانتج...)،
- بنية مولد الطاقة الشمسية (عدد العناصر، قوائم التثبيت، توابع...)،
- الممّوج (خاصياته، لوازم التثبيت...)،
- خيط الوصل بين الوحدات الشمسية (الكمية، المقطع، النوع...)،
- قنوات الدفع (نوعها، كميتها، قطرها، انعطاف القنوات، سكور، جلب...)،
- المنظومة العائمة (خاصياتها، طول السلك، التوابع...)،
- عدّاد الصبيب (خاصياته، قطر المخارج، لوازم التركيب...)،
- الخيط الرابط بين المجموعة مضخة + محرك ورأس البئر (الكمية، المقطع، التوابع...)،
- خيط التحييد الأرضي وعموده (الكمية، المقطع، التوابع...)،
- مكونات أخرى (الأنبوب البرتقالي، أطواق الشد، روابط الخيوط...)،
- أجزاء التغيير (النوع، الكمية...)،
- بطاقات المراقبة، أدلة الاستعمال...

البطاقة 3

إعداد لوازم التركيب

(معدات، أدوات قياس)

بعد إعداد التجهيزات اللازمة للتركيب (المرحلة 2)، تأتي مرحلة إعداد ما يلزم لأشغال الإنجاز. ولهذا الغرض، وجب على الفريق التقني المكلف بتركيب المضخات الشمسية أن يكون مزوداً بالأدوات واللوازم المذكورة في اللائحة أسفله (أنظر بطاقة إعداد الأدوات الملحقة).

◀ المعدات الكهربائية:

- ملقطان قاطعان
- ملقطان للتعريية
- ملقطان للحلقات الحابكة الداخلية والخارجية
- مجموعتان كاملتان من المبارغ الكهربائية مُسطحة الرأس والأمريكية ذات صفيحة دائرية ومغلقة
- قاطعة واحدة بشفرة مجزأة بطول 9 مم، مع شفرة غيار
- مطرقة للأشغال الكهربائيّة
- عدّة لحام كهربائية أو غازية (مع معدن اللحام "القصدير")

◀ المعدات الميكانيكية:

- ملقطان متعدد الوظيف (pincés universelles)
- قلاعة مسامير مسطحة
- قاطع أسلاك
- قاطع لوالب مُعَيّر (réglable)
- مجموعة مفاتيح ذات رؤوس مفلوقة رقيقة جدا (à fourche)
- مجموعة مفاتيح ذات رؤوس ماسورية (~ à pipe)
- مفتاح ربط معدل (إنجليزي) (~ à molette)
- مجموعة مبارد (دائرية، نصف دائرية، مربعة، مسطحة)
- متر شريطي
- مسواة أفقية واحدة
- مجموعة مناقيط (pointeaux)

- مجموعة مثاقيب (forets) للبناء والميكانيك
- ثقابة كهربائية (perceuse)
- باردة زوايا ذات أقراص
- مولد كهربائي (1000 VA)
- سلم من الألمنيوم قابل للطي (من 2 إلى 2.5 متر)
- ريشة (pinceau)

◀ معدات الرصاصة (السباكة)

- رافعة بارتفاع ثلاثة أمتار مع بكرة تتحمل طنا واحدا (في حالة استعمال أنابيب حديدية مزنكة)
- ملزمة من عيار ثلاث بوصات (étai)
- ملولبة من عيار 3 بوصات (filière)
- قاطعة أنابيب من عيار 3 بوصات
- مفتاحان بكماشات من عيار 3 بوصات
- مفتاح سلاسل من عيار 3 بوصات
- منشار للمعادن مع مجموعة مبارد
- 4 أربع رافدات (madrier) من الخشب

◀ معدات البناء

- مطرقتان آليتان
- مجرقتان للرفش
- مسجة
- مجموعة مزامل
- مطرقة بناء
- منقلة

◀ أدوات القياس

- آلتان رقميتان شاملتان لقياس الجهد (الميليفولط، التيار المستمر، التيار المتناوب)، ولقياس التيار (التيار المستمر، التيار المتناوب، عيار 10 أمبير مع منظومة حماية بصهيرة)، ولقياس المقاومة، ثنائيات الصمامات
- ملقطان أمبيرمترين لقياس التيارات الأعلى من 10 أمبير

- مقياس للإشعاع الشمسي الإجمالي (صنف الأوراش)
- بوصلة زيتية
- 2 مقياسان للوقت
- مسبار لقياس مستوى الماء في البئر
- ميزان حرارة رقمي

◀ أدوات مختلفة

- قفازات عمل
- بدلات عمل
- خوذة ورشة
- أحذية ورشة

البطاقة 4

إعداد فريق تقني للتركيب

لتمكين الفريق المكلف بإنجاز أعمال التركيب في أحسن الظروف، ولتمكين أعضائه من اكتساب خبرة ميدانية ومهارة في التركيب وفي طرق تنظيم العمل، نقترح البنية التالية:

2. تكوين الفريق:

- مهندس للإشراف على كل مراحل الإنجاز وتأطير أعضاء الفريق والمستخدمين (معاينة الموقع، إعداد التجهيزات، إعداد الأدوات، تركيب، تقييم الأداء...)
 - تقنيان لإنجاز أشغال التركيب خاصة كل الأشغال التقنية (التسطير، التركيب الكهربائي، الاختبارات، الصيانة...)
 - عاملان متخصصان (بناء، حفر، إعداد...)
 - رصاص (سباك) (كل أشغال السباكة...)
- على هذا الفريق أن يكون قد خضع مسبقاً لتكوين في مجال الطاقة الشمسية الفولطاضوئية بصفة عامة، وفي تقنيات تركيب المضخات الشمسية بصفة خاصة.

2. مخطط إنجاز الأعمال:

المهام	المخطط
<ul style="list-style-type: none"> - مراجعة كل مراحل الإعداد (المهندس) - مراجعة المعطيات والتدقيق - إعداد التجهيزات والأدوات (التقنيان) 	قبل التركيب (إعداد الموقع والتجهيزات)
<ul style="list-style-type: none"> - انطلاق أشغال التركيب واختيار مكان لمولد الطاقة الشمسية (الفريق) - رسم وتصميم هندسي للأساس (التقنيان + العمال) - حفر الأساس (العمال) - إعداد الخنادق لدفن الأسلاك (العمال) - قياس أبعاد البئر (التقنيان + الرصاص) - تركيب المضخة ذات المحرك وإعداد قنوات المياه (الرصاص) - اختبار، تجميع، وربط وحدات الطاقة الشمسية (التقنيان) - تدقيق الأسمنت ووضع الأرضية (الفريق) 	اليوم الأول
<ul style="list-style-type: none"> - وضع الألواح فوق الأرضية (الفريق) - تركيب الألواح، والمموج، والمضخة ذات المحرك، والعوامة (التقنيان) - تدقيق أعمال البناء وملء الحفر (العمال) 	اليوم الثاني
<ul style="list-style-type: none"> - إنهاء تركيب القنوات بين البئر والخزان، تركيب عداد الصبيب (الرصاص) - مراجعة الأعمال، إنشاء السياج (الفريق + المهندس) - التشغيل والمراجعة (الفريق + المهندس) 	اليوم الثالث
<ul style="list-style-type: none"> - مراقبة الأداء ونسبة الاستقبال (المهندس + التقنيان) - تدريب الحارس على تسيير المنظومة وصيانتها (المهندس + التقنيان) - مراجعة الموقع مرة أخيرة، عدّ الأدوات... (العمال + السباك) 	اليوم الرابع

الجزء الأول
الباب الثالث

تركيب وتشغيل منظومة ضخ المياه
بالطاقة الشمسية الفولطاضويّة

البطاقة 1

تركيب المضخة ذات المحرك (م.م)

المهمة 1 (م.م) المراجعة

قبل التركيب، يجب مراجعة النقاط التالية:

سائل المحرك

على المحرك أن يكون مغمورا ومملوءا بسائل خاص، جاهزا للتشغيل. انظر "الفقرة 1-2" قبل تركيب المضخة المغمورة.

الجهد الكهربائي

التأكد من كون الجهد والتردد المشار إليهما على لوحة المحرك يناسبان نوع قالب التيار.

السلك الكهربائي

مراجعة الغشاء وعزل سلك المحرك والسلك المغمور. انظر "وصل سلك المحرك والسلك المغمور".

المضخة والبئر (أو الحفرة)

التأكد من كون قطر البئر الداخلي لا يقل عن القياس الأدنى المذكور في جدول بائع المضخة (انظر المثال أسفله المتعلق بالمضخة GRUNDFOS).

الوصل بالأنبوب الصاعد		القطر الداخلي الأدنى للحفرة	نوع المضخة
طول الثقب اللولبي	القطر الداخلي		
24 مم	2 بوستان	104 مم (4 بوصات)	SP 1 – 28
24 مم	2 بوستان	104 مم (4 بوصات)	SP 2 – 28
24 (30) مم	2 بوستان، جُلبَة من 3 بوصات	104 مم (4 بوصات)	SP 4 – 8
24 (30) مم	2 بوستان، جُلبَة من 3 بوصات	104 مم (4 بوصات)	SP 8 – 4
-	2 بوستان	104 مم (4 بوصات)	SP 5A – 7

الجدول 2: خصائص المضخات GRUNDFOS

عمق التركيب

ينبغي التأكد من كون عمق التركيب يضمن مستوى أدنى من الماء قدره متر واحد فوق جسم الجر أثناء التشغيل. يتم التأكد اعتماداً على نتائج تجارب الضخ. يجب ألا تركب المضخة على عمق أقل من عمق المصفاة. إذا كانت المضخة موضوعة قرب قعر البئر، يجب تفادي تماس بين المحرك والقعر؛ كما يجب تفادي انغماسه في الرمل أو الطين، مما قد يحول دون تبريده وقد يؤدي إلى تدهور حالة المضخة أو المحرك.

المهمة 2 (م.م) مراقبة سائل المحرك

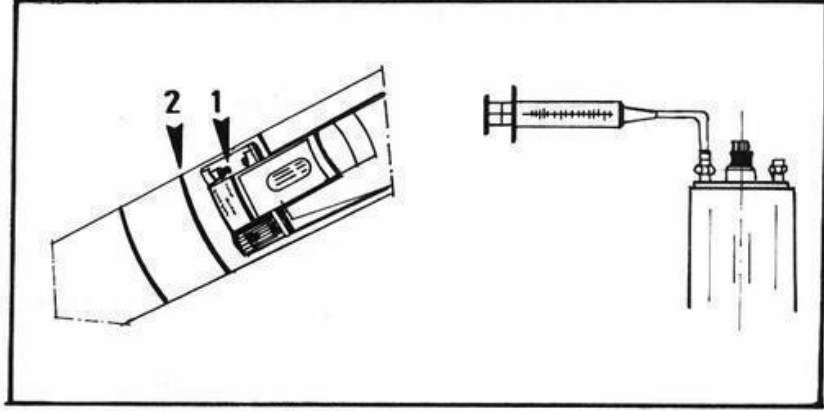
قبل خروج المحرك من المصنع، يتم غمره وملؤه بسائل خاص. لكن إذا وُجدت آثار تدل على تسربه، يصبح من الضروري مراقبة مستواه في المحرك وملؤه إذا دعت الضرورة إلى ذلك. إذا كان مستوى سائل المحرك غير كاف، قد يصعب تشغيل المضخة عندما تكون على عمق يفوق 30 متراً تحت الماء.

يتم ملء المحرك كالتالي:

توضع المضخة المغمورة بحيث يكون مسمار التثبيت ذو لولب الملء "1" متموقعا في أعلى نقطة من المحرك "2"، (الشكل 13). يتم بعد ذلك فك اللولب ثم حقن السائل بحقنة حتى يتدفق بين الذراع والمحرك.

يتم إرجاع السائل شيئاً فشيئاً إلى الحقنة بجر مكبستها.

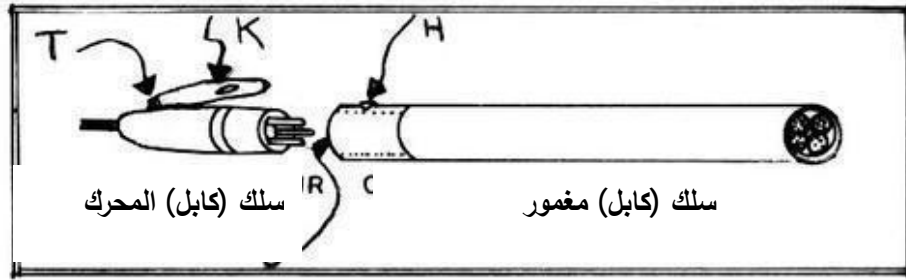
إذا كان السائل العائد إلى الحقنة خالياً من الهواء، فإن ذلك يدل على أن المحرك مملوء بكيفية صحيحة، وإلا وجب تكرار العملية حتى يصبح السائل العائد خالياً من فقاعات الهواء. يتم بعد ذلك تثبيت اللولب قبل أن يتغير وضع المضخة المغمورة. عندها تكون المضخة جاهزة للتركيب.



الشكل 13: مراقبة سائل المحرك

المهمة 3 (م.م) وصل سلك المحرك والسلك المغمور

يتم وصل كبل المحرك الكهربائي بعلبة الوصل. ينبغي عدم إتلاف الخاتم O . يوصل السلك (الكبل) المغمور وكبل المحرك بحيث يكون مقبض الشد K والحلقة H متقابلين. يتم وضع مقبض الشد K فوق الحلقة H ثم يُثبت اللولب T جيدا. يجب التأكد من دخول اللولب بإحكام لتفادي تسرب الماء إلى منطقة الوصل.



الشكل 14: وصل سلك المضخة ذات المحرك (م.م)

المهمة 4 (م.م) تركيب المضخة ذات المحرك

بعد الإعداد والفحص، تكون المضخة ذات المحرك جاهزة للتركيب.

يجب أن تكون نقطة اتصال الأنبوب مع جسم المضخة من معدن مشابه لمعدن جسم المضخة أو من توصيل الضغط \ الأنبوب الفولاذي، لتفادي التآكل الناجم عن ظاهرة التحليل الكهربائي. على التثبيت المؤقت أن يتم فقط عبر ثقب التثبيت الأربع المتواجدة في رأس المضخة ذات المحرك. ويجب تفادي استعمال جسم المضخة أو المحرك لتثبيت المضخة. عند التركيب يجب استعمال الأطواق الحديدية حول أنبوب العمود وليس جسم المضخة. ويجب أيضا تفادي انحناءات كبيرة للمضخة أثناء رفعها قبل إدخالها في البئر.

المهمة 5 (م.م) تركيب العمود الصاعد

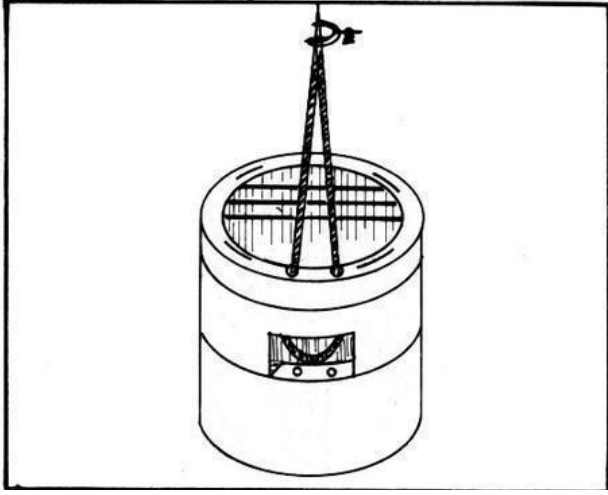
يمكن إنجاز العمود الصاعد بواسطة أنابيب من البولييثيلان (Polyéthylène) . ويتم رفعها بواسطة حبل (كابل) من الفولاذ المقاوم للأكسدة.

يمكننا أيضا استعمال أنابيب من فولاذ، بجلب أو رباطات. وحينما يكون العمود الصاعد مركبا برباطات، ينبغي أن تكون هذه الأخيرة مثقوبة بطريقة تسمح بمرور الأسلاك. على كل الخيوط أن تكون جد دقيقة ومشدودة بإحكام حتى تقاوم مزدوجة اللي عند تشغيل أو إيقاف المحرك.

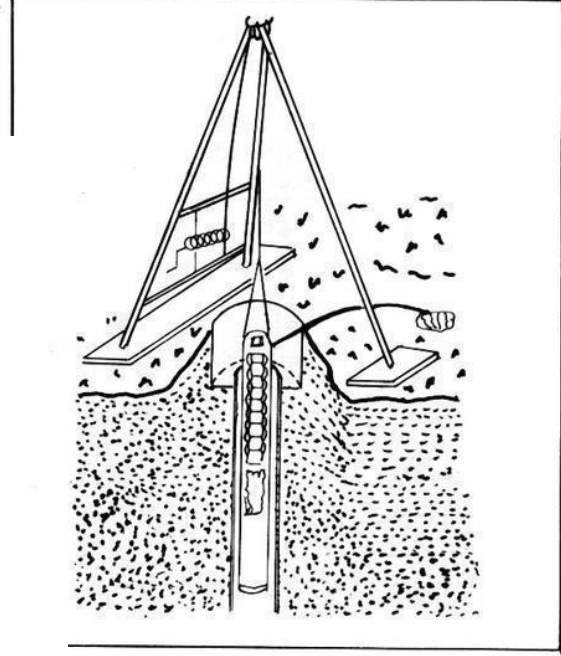
ملاحظة: يجب في كل الأحوال ألا تتعدى لولبة أنبوب العمود الأول عمق الثقب اللولبي لرأس

المضخة (انظر الجدول 1)

يجب دائما وصل الأنابيب ذات الجلب بأنابيب البولييثيلان بواسطة توصيل للضغط ذي مخروط. للسماح بإدخال المضخة في البئر وإخراجها منه، يمكن تثبيت حبل من الفولاذ المقاوم للأكسدة على رأس المضخة عبر ثقب تثبيت خاصين لهذا الغرض مثلما يوضح ذلك الشكل 16. وبالنسبة لجميع أنواع المضخات الأخرى، يتم التثبيت بين المضخة وتوصيل الضغط.



الشكل 16 : حبل (كابل) تثبيت المضخة



الشكل 15 : تركيب المضخة

بعد تركيب آخر أنبوب من العمود، يجب إرخاء السلك بحيث لا يخضع لأي جر، مما سيسمح للمضخة باتخاذ وضعها العمودي.

التأكد من بقاء المضخة في وضعها العمودي في حالة الجر.

وفي رأس البئر، يتم تثبيت حبل من الفولاذ المقاوم للأكسدة في المحيط الإسمنتي بشكل يمكن من سحب المضخة فيما بعد. ويجب تثبيت السلك المغمور على العمود الصاعد بأطواق تثبيت أو حبال مطاطية.

تُركب أطواق التثبيت الأولى مباشرة فوق مكان التقاء الأسلاك وتحت. وينبغي ربط السلك كل ثلاثة أمتار على الأقل (انظر "تثبيت الأسلاك").

عند استعمال أنابيب برباطات، يتم التثبيت فوق كل رباط.

بالنسبة لأنابيب البوليثلان، من الضروري أن يؤخذ التمدد أثناء وبعد الاستعمال بعين الاعتبار. يقدر هذا التمدد بـ 2%، أي ما قدره 6 سم لكل تثبيت على علو أو فرق قدره 3 أمتار.

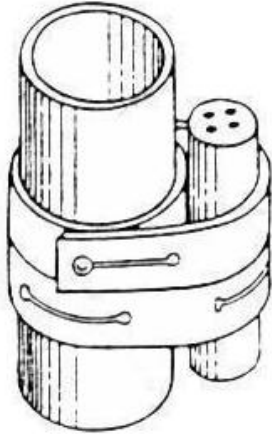
ينبغي استعمال أطواق تثبيت أو حبال مطاطية، لأن أطواقا عديمة المرونة قد تتلف السلك.

ملاحظة: يجب تجنب ما قد يلحق بالسلك المغمور من أذى عند نزول المضخة.

عند تركيب المضخة في العمق المطلوب، يتم إنهاء التركيب بوصلة أو أطواق حديدية، توضع على المحيط الإسمنتي للبر.

يتم بعد ذلك تثبيت السلك المقاوم للأكسدة على المحيط الإسمنتي أو على وصلة أنبوب الحفرة بواسطة أسلاك مثلا.

ملاحظة: إذا كانت المضخات مجهزة بأنابيب من البوليتين دون سلك، يجب أخذ تمدد هذه الأنابيب بعين الاعتبار عند تحديد العمق الذي ستركب عليه المضيوصل أنبوب عمود المضخة بمغرز أنابيب (tubulure) التوزيع، ويوصل السلك المغمور بالمحول (انظر المهمة 7 (م.ش) "الربط بالتيار الكهربائي").



الشكل 17: تثبيت الأسلاك

المهمة 6 (م.م) : تثبيت الأسلاك

لتثبيت الأسلاك، ينصح باستعمال أطواق تثبيت أو رابطات أسلاك من عند البائع.

البطاقة 2

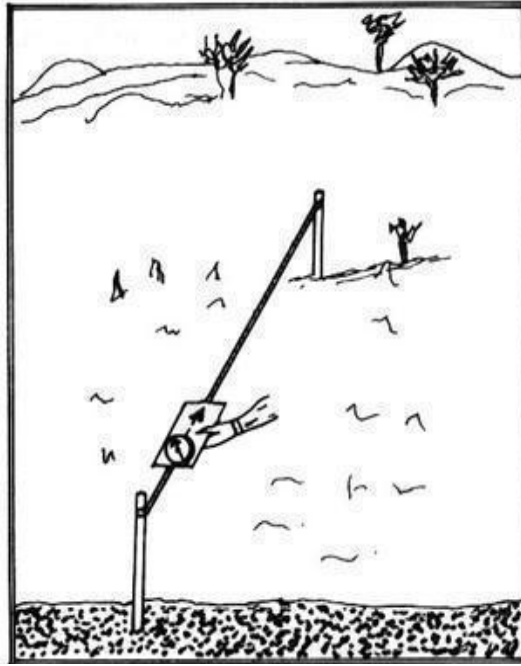
تركيب مولد الطاقة الشمسية (م.ش)

تحديد اتجاه المولد الشمسي

المهمة 1 (م.ش)

يجب أن يوضع المولد الشمسي بطريقة تجعله يستغل الإشعاع الشمسي إلى أقصى حد ممكن، أي أن لوحاته يجب أن توجه باتجاه خط الاستواء (إلى الجنوب بالنسبة للبلدان الواقعة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية).

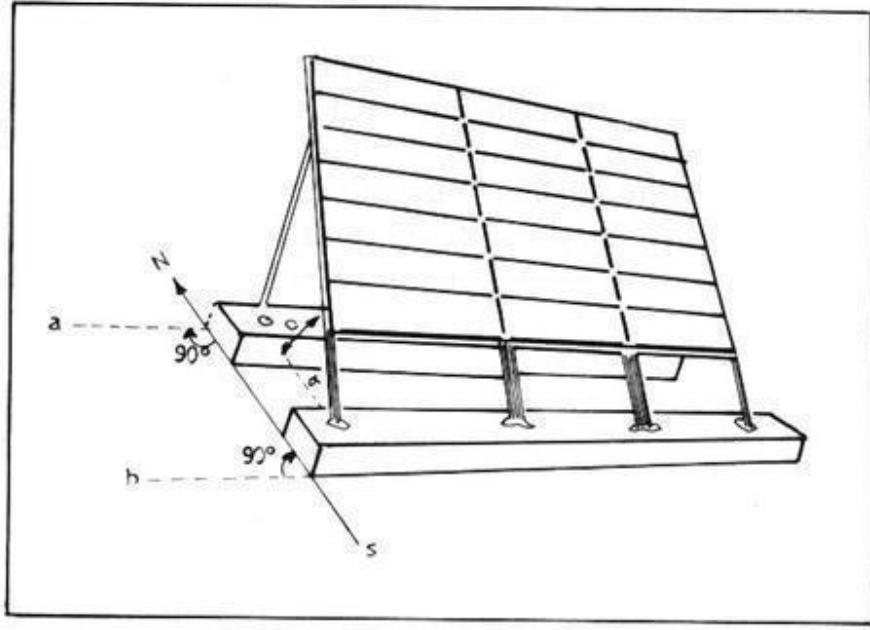
يتم التوجيه بواسطة بوصلة، ويحدد الاتجاه مباشرة من هذه الأخيرة. مثلاً، الاتجاه نحو الجنوب يرسم خط على الأرض ويغرس عمود بطريقة عمودية في نقطة تنتمي إلى الخط. كما يمكن استعمال فادن لمعرفة الاتجاه شمال - جنوب (انظر الشكل 18).



الشكل 18: تحديد اتجاه المولد الشمسي

تنبيه: ينبغي عدم إزالة معالم الاتجاه شمال - جنوب قبل صب الإسمنت.

عندما يحدد الاتجاه شمال - جنوب، يرسم خطان متوازيان a و b ومتعامدان مع هذا الخط، من أجل تحديد وضع المولد الشمسي.



الشكل 19: توجيه المولد الشمسي

المهمة 2 (م.ش): اختيار زاوية الانحناء

يجب أن تحظى الزاوية X (يكونها المولد مع الخط الأرضي) بأهمية قصوى، كي يلتقط المولد الشمسي أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية، وبالتالي لكي يعطي أكبر قدر ممكن من الطاقة الضوء فولطية، (انظر الشكل 19).

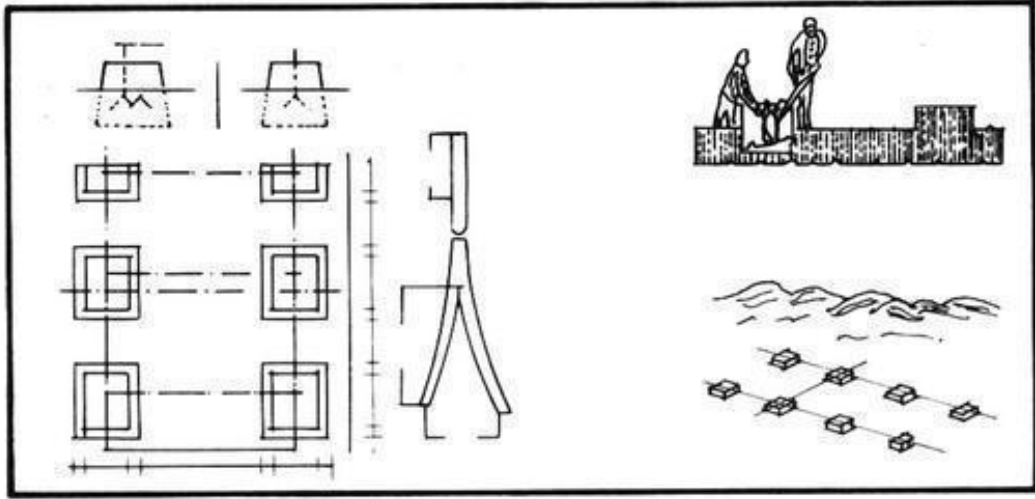
يجب اختيار زاوية الانحناء X حسب موقع منظومة الضخ الشمسي في خطوط العرض. ينبغي أبدا عدم اختيار زاوية أقل من 15 درجة.

مثال: نريد تركيب منظومة ضخ بالطاقة الشمسية قرب مدينة مراكش، على خط عرض 31 شمالا، أي أن زاوية الانحناء X يجب أن يكون قدرها 31 تقريبا. في هذه الحالة، يتم اختيار الزاوية المعطاة 35 درجة.

المهمة 3 (م.ش): بناء الأساس

على الأساس أن يكون متينا بما يكفي حتى يتحمل تثبيت اللوحة الشمسية في حالة هبوب رياح قوية (< 120 كلم \ ساعة). وعلى مستوى الأساس أن يكون أفقيا وموجها بإحكام حسب الخط شرق - غرب.

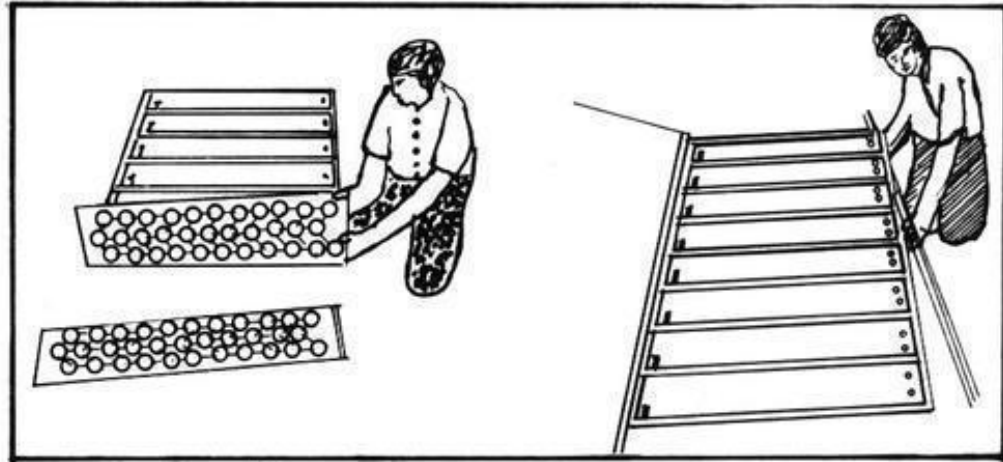
وبصفة عامة، تعد الطريقة الأكثر شيوعا تلك التي تستعمل فيها صواري قصيرة معززة برواسي ومثاقيل إسمنتية (انظر الشكل 20).



الشكل 20: بناء الأساس

المهمة 4 (م.ش): تركيب الوحدات الشمسية

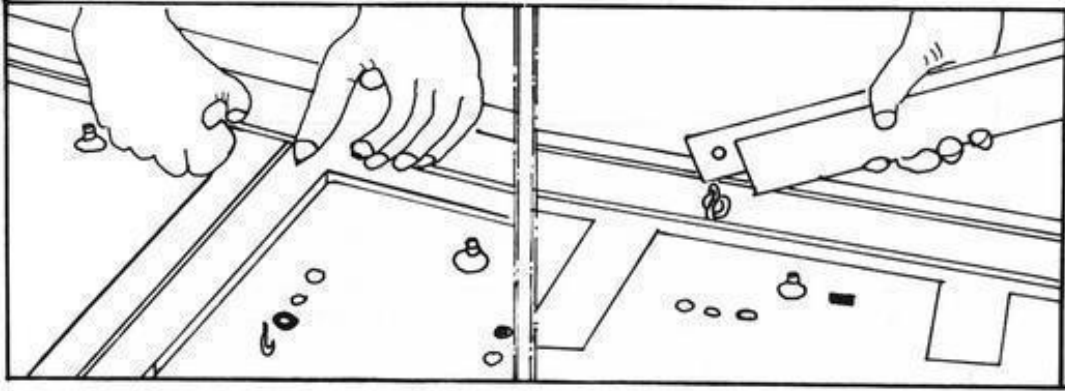
- توضع الوحدات الشمسية على واجهتها الأمامية في مكان مستو ونظيف، مع إبقائها ملتصقة ببعضها كما يبين ذلك الشكل 21.



الشكل 21 : تركيب الوحدات (اللوحات الفولطاضونية)

"يجب تفادي وطء الواجهة الخلفية للوحدات".

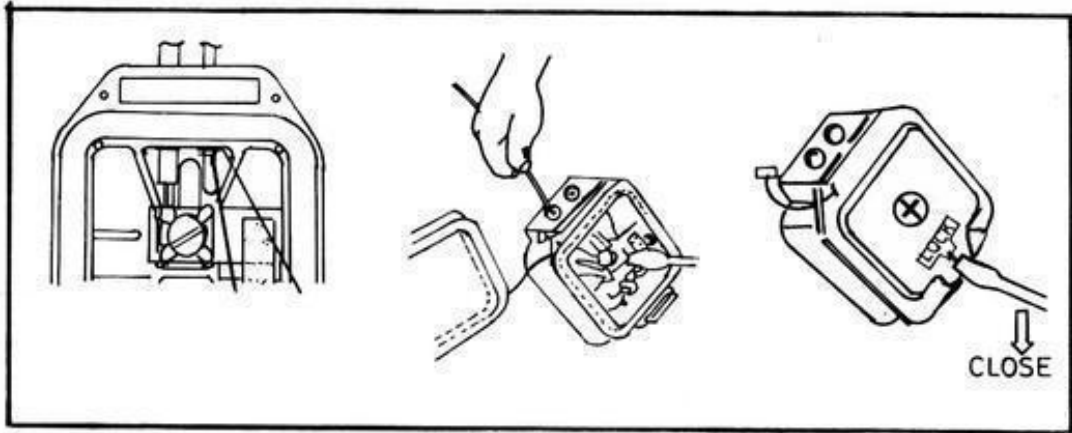
- توضع الوحدات فوق العمودين الجانبيين، متقابلة مع ثقوب التثبيت كما في الشكل 22.
- توضع اللوالب ذات الدوائر المسطحة في ثقبها ابتداء من أعلى الإطار، ثم تشد باليد أولاً قبل استعمال المفاتيح.
- تشد بعد ذلك الرواسي السفلى يدوياً.



الشكل 22 : تركيب صفوف الوحدات

المهمة 5 (م.ش): ط أسلاك الوحدات الشمسية

- يمكن إنجاز هذه العملية بعد تركيب الوحدات
- ينبغي إزالة أغطية علب الوصل المتواجدة على الوحدات (انظر الشكل 23).



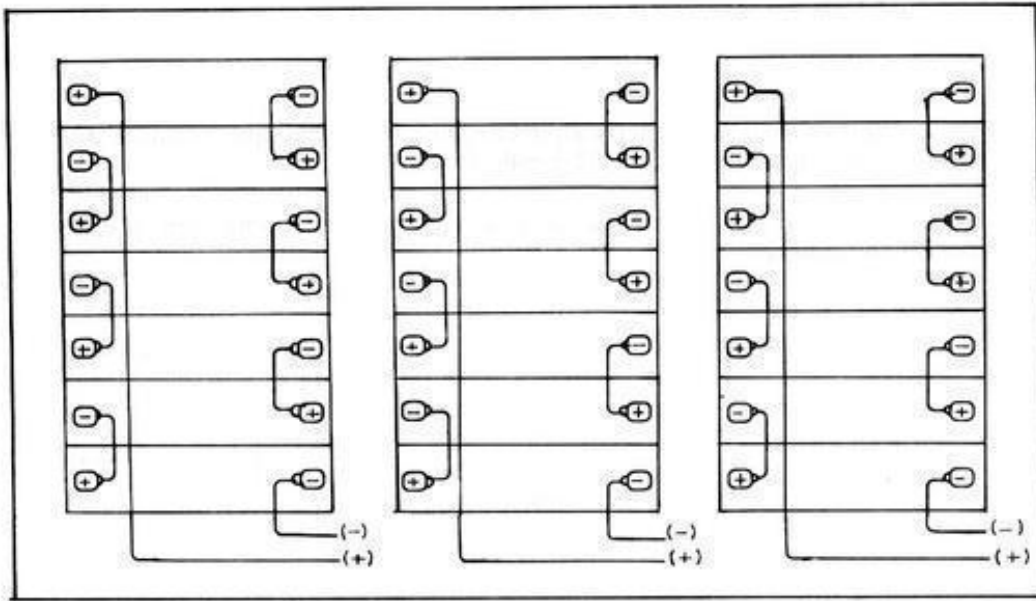
الشكل 23 : علب الوصل

- توصل الأسلاك كما في الشكل 23.
- التأكد من إحكام ربطها.

المهمة 6 (م.ش): ط أسلاك الصفوف

يمكن أن تنجز هذه العملية بعد تركيب أسلاك وحدات الصفوف وتثبيت هذه الأخيرة في الأساس. تغطي الوحدات بعد ذلك بغطاء قاتم لتفادي الصدمات الكهربائية.

- يجب احترام قطبية الأسلاك وربط الأطراف السالبة (-) للصفوف مع بعضها والموجبة (+) مع بعضها. تُركب الصفوف تركيباً متوازياً (انظر الشكل 24).
- تربط أسلاك التحييد الأرضي لكل وحدة على حدة، ثم توصل بعلبة عاكس التيار الكهربائي



الشكل 24 : ربط أسلاك الوحدات والصفوف

(boîte de commutation) . (انظر الشكل 25).

المهمة 7 (م.ش): ربط بالتيار الكهربائي

لتفادي الأضرار الناجمة عن الصدمات الكهربائية، تغطي الوحدات بمادة قاتمة قبل فتح العلب أو إنجاز التركيب الكهربائي.

يجب تركيب مولد الطاقة الشمسية وأسلاك الوحدات طبقاً لتعليمات التركيب، كما بالنسبة للمضخة من نوع GRUNDFOS مثلاً.

تنبيه: يجب مراعاة النقاط التالية في تركيب الوحدات:

- القوة القصوى تتراوح ما بين 1700 و 1900 واط في الذروة.

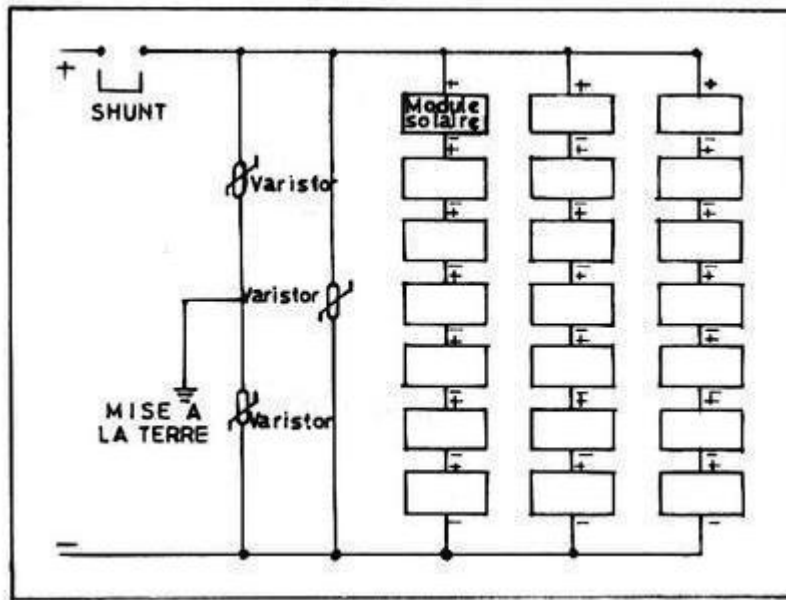
انظر الجزء الرابع، الفقرة 1: "التشغيل العادي بالطاقة الشمسية".

- الجهد الأقصى بدارة مفتوحة: ما بين 160 و 170 فولط.
- التيار الأقصى للدارة القصيرة: 14 أمبير.

التحيد الأرضي

من الضروري إنجاز تحييد أرضي لمنظومة الضخ بالطاقة الشمسية لحمايته من كل توتر زائد بسبب الصواعق.

يوضع قضيب التحييد الأرضي أقرب ما يمكن من الإطار للتقليل من مصاريف الأسلاك. يغرس قضيب الشحنة في الأرض بعمق حتى يكون التحييد ناجعا.

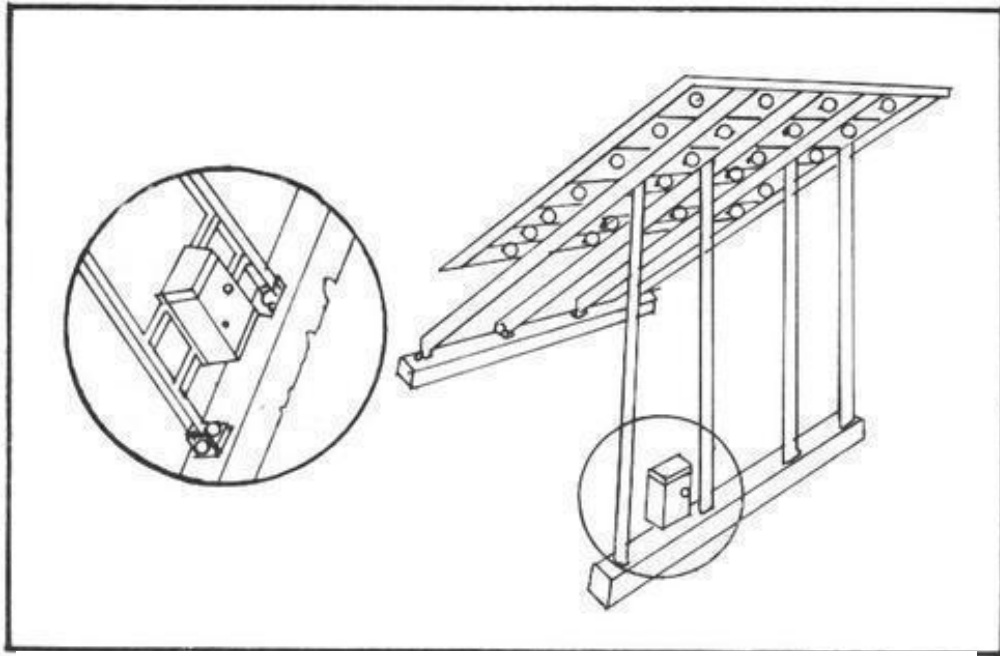


الشكل 25 : التصميم العام لمنظومة ذات 21 وحدة

البطاقة 3 تركيب المحوّل (م.ح)

المهمة 1 (م.ح): التركيب

يجب أن يُركَّب المحوّل عموديا لأن تبريده يتم بالحمل الحراري. يُنصح بترك 10 سم على الأقل تحت المحوّل وفوقه. ويمكن تركيبه على إطار أو ببساطة على متكأ الوحدات (الشكل 26). يجب عدم تركيب المولد تحت الشمس لتفادي ارتفاع حرارة العلبه، وبالتالي توقف المنظومة عن العمل.



الشكل 26: تركيب المحوّل (المبذل)

المهمة 2 (م.ح) : ربط المحوّل بالكهرباء

قبل ربط المحوّل بالكهرباء، يغطى المحوّل الشمسي بمادة قاتمة. بهذه الطريقة، يتم التأكد من خلو المنظومة من التوتر بأكمله عند التركيب. عندما توصل الأسلاك بالمحوّل، تكفي إزالة سلك التيار المستمر للتأكد من كون المحوّل خاليا من التوتر أثناء التركيب الكهربائي. إذا كان المنظومة مجهزة بعلبة وصل **GRUNDFOS** ، يمكن قطع التوصيل بين المحوّل والمولد الشمسي بواسطة مجزئ تيار كهربائي داخلي.

يتم تركيب محول فوق الحميات المطاطية الأربعة المتواجدة في قاع العلبة، ومن الضروري نزع اللوحة الأمامية للتمكن من وصل الأسلاك بالأطراف الداخلية. وقبل ذلك، يتم التأكد من كون قاطع الدارة في الوضع O (أفقي).

وبالنسبة لثقوب مرور الأسلاك، تُنزع الدوائر المطاطية بواسطة مبراغ حتى يمكن دفع السلك داخل المحول.

فيما يلي وصف لتركيب المضخة والمولد الشمسي. ويوضح الشكل 27 التركيب الكهربائي للمحول.

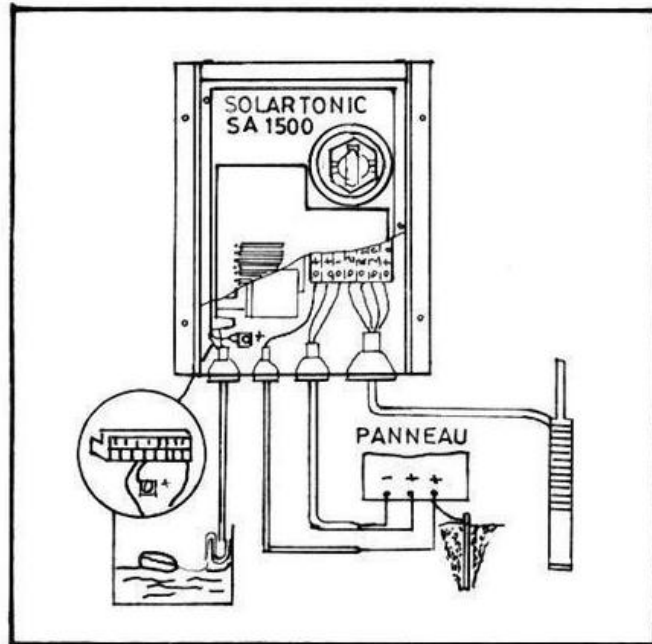
• سلك بثلاثة موصلات للتيار المتناوب للمضخة ذات المحرك ($3 \times 10 \text{ mm}^2$):

يتم تمرير السلك من خلال أكبر حامية مطاطية، وتربط الموصلات الثلاثة بالأطراف التي تحمل علامة: U.V.W (يكون التحييد الأرضي اختياريًا). يتم تحديد ترتيب الأطوار بمنحى الدوارن، وستتم مراجعته فيما بعد.

وبما أن على السلك إيصال الطاقة كلها، يجب أن يكون أقصر ما يمكن للحد من ضياع الشحنة.

• سلك بموصلين للتيار المستمر للوحة ($2 \times 6 \text{ mm}^2$):

يتم تمرير السلك من خلال الحامية المطاطية المحاذاة لسلك المحرك. ويُربط الموصل الموجب (الأحمر) للمولد بالمربط الذي يحمل العلامة +/، والموصل السالب (الأسود) للمولد بالمربط "-". على السلك أن يكون أقصر ما يمكن.



الشكل 27 : التوصيل الكهربائي

• **السلك الأرضي الأحادي الموصل (2.5 mm^2)**

يتم تمرير السلك من خلال أصغر حامية مطاطية في المولد، ثم يوصل بالمربط الأرضي (أخضر وأصفر) على اليسار.

• **سلك ثنائي الموصلات لقاطع الدارة الخارجي ($2*1.5 \text{ mm}^2$)**

يمكن استعمال هذا الربط لقاطع دارة عائم. يتم استعمال الحامية المتواجدة على اليسار ويُربط الموصلان بالمربطين 3 و 8 بجانب لوحة الدارات المطبوعة قبالة الحامية المطاطية. عندما يسبب قاطع الدارة العائم دارة قصيرة للموصلات، ينطلق عمل المحول.

البطاقة 4

التشغيل واختبار الأداء (ش.خ)

يجب تشغيل المنظومة وسط النهار، ومن الأفضل تحت إشعاع شمسي ثابت. يكون قاطع الدارة العام في الوضع O . ويوصل خيط التيار المستمر إذا كان منفصلاً (يوجد مجزئ التيار الكهربائي في علبة الوصل GRUNDFOS ، إذا كان المنظومة يتوفر على واحدة). يُزال غطاء مولد الطاقة الشمسية إذا كان مغطى.

المهمة 1 (ش.خ): اختبار جهد الدارة المفتوحة V_{co} لمولد الطاقة الشمسية

التأكد بواسطة فلومتر (مقياس الفلطية) من أن " $V < V_{co} < 160/175 \text{ V } 140/125$ "

المهمة 2 (ش.خ): تشغيل المحول

يُشغّل المحول بإبقاء قاطع الدارة العام في الوضع "1". بعد حوالي 10 ثوان ستبدأ المضخة في ضخ الماء.

المهمة 3 (ش.خ): التأكد من منحى دوران المضخة

يُتأكد من منحى دوران المضخة بقياس كمية الماء المضخوخ، وتوقف المضخة بإرجاع قاطع الدارة العام للوضع O . يُقلب طوران من المحرك قبل تشغيل المضخة من جديد، ثم تقاس كمية الماء المضخوخ ثانية وتُقارن النتائج المحصل عليها. تشير كُبرى الكميتين إلى اتجاه الدوران الصحيح.

إذا تعطل المحول أثناء الاختبار، يمكن معرفة ذلك بواسطة المصابيح ثنائية الأقطاب (انظر "البحث عن الأعطاب")

يمكن تشغيل المحول حتى بعد إشارة تدل على العطب وذلك بإدارة قاطع الدارة العام إلى الوضع

O . يجب الانتظار 15 ثانية ثم يُدار ثانية إلى الوضع 1. سينتج عن ذلك " Power up

reset" ، وإذا كانت اللوحة الأمامية منزوعة، يمكن الحصول على Power up reset بواسطة الزرّ الضاغط الموجود على لوحة التحكم.

المهمة 4 (ش.خ): اختبارات التشغيل

عندما يتم تركيب كل المكونات، يجب إنجاز الاختبارات التالية في نفس الوقت:

• **قياس الإشعاع الشمسي:**

يتم وضع مقياس الإشعاع الشمسي (Pyranomètre) على مستوى الألواح لقياس الإشعاع الشمسي الذي تتعرض له هذه الأخيرة (W/m^2).

• **الجهد تحت الشحنة: V_{sc}**

وهو الجهد الناتج بين قطبي اللوحة (+) و (-) عند تشغيل محرك المضخة. على الجهد المشحون (V_{sc}) أن يوافق توتر تزويد المحول (حوالي 105 فولط).

• **التيار تحت الشحنة: I_{sc}**

وهو تيار استهلاك المحرك عند تشغيله، ويكون متناسبا مع الإشعاع الشمسي، لكن قيمته لا تتعدى " X مرات" تيار شحنة وحدة شمسية واحدة.

• **صبيب المضخة الآني: Q (l/s)**

يستعمل الميقت (chronomètre) لمعرفة الوقت الذي تتطلبه المضخة لملء برميل ذي حجم معين، حتى يتم استخلاص صبيب المضخة الآني Q باللتر في الثانية (ل/ث). في حالة توفر المنظومة على عداد للصبيب، يمكن قراءة Q على شاشته.

• **العلو المانومتري الإجمالي: (H.M.T)**

يتم قياس الفرق بين مستوى سطح الماء ونقطة نبذ المضخة بواسطة مجس.

العلو المانومتري الإجمالي (ع.م.إ) هو الفرق بين المستويين وتضاف إليه التسربات والاحتكاك... تنجز هذه الاختبارات 3 مرات على الأقل بين الساعة 12س و 14س.

المهمة 5 (ش.خ) استغلال معطيات الاختبارات

يفضل إنجاز اختبارات طويلة النهار من أول النهار إلى آخره (انظر وثيقة اختبار الأداء الملحق).

بقياس خاصيات الوحدات الشمسية وعددها، وعلو الخزان مقارنة بمستوى البئر (Hr) ، وطول الأنبوب الدافع L ، وعدد عطفات الأنابيب، نستطيع إنجاز الحسابات التالية:

$$Ps = En * S * N$$

حيث N هو عدد الوحدات و S مساحتها بالمتر المربع و En هو الإشعاع الشمسي الذي يتعرض له مولد الطاقة الشمسية بالواط \ متر² (W/m^2).

$$Pel = I * V$$

- القوة الكهربائية:

حيث I هي التيار تحت الشحنة لمولد الطاقة الشمسية بالأمتير. و V هو الجهد تحت الشحنة لمولد الطاقة الشمسية بالفولط.

$$Ph = 9,81 * HMT * Q$$

حيث P هي الصبيب بـ (ل/ث). يقاس (ع.م.إ) بالمتر

يمكن قياس نتائج الاختبارات أعلاه لمعرفة القيم التالية:

$$Rdgs = Pel/Ps$$

$$Isc * Vsc / En * S =$$

$$Rdep = Ph / Pel$$

$$HMT * Q / Isc * Vsc * 9,81 =$$

$$Rd sys = Ph / Ps$$

على مردودية مولد الطاقة الشمسية ($Rdgs$) أن تتراوح بين 8 و 10% حسب التكنولوجيا المستعملة في صناعة الوحدات الشمسية.

يجب أن تكون مردودية المضخة بين 35 و 45% وأن تطابق معطيات الصانع.

ويجب أن تكون مردودية المنظومة بين 3 و 4%.

وفي النهاية، يجدر قياس الفرق بين القوة الكهربائية المنتجة والقوة القصوى لمولد الطاقة الشمسية.

يتم إنجاز مستخلص للقيام بهذه المقارنة (انظر الجذاذة النموذجية الملحقة)، وتمكن الفريق التقني من تحليل الأنظمة التي بحوزته. وفي حال نقص المردودية، يمكن التعرف على سببه بفضل وصف أسباب الأعطاب الذي سنقدمه في الفقرة التالية.

المهمة 6 (ش.خ): استلام المنظومة

يجب تدوين كل الاختبارات السابقة في محضر من نوع وصل التسليم (انظر الملحق).

ويجب أن يشمل هذا المحضر أيضا على كل الملاحظات التي تخص المنظومة.

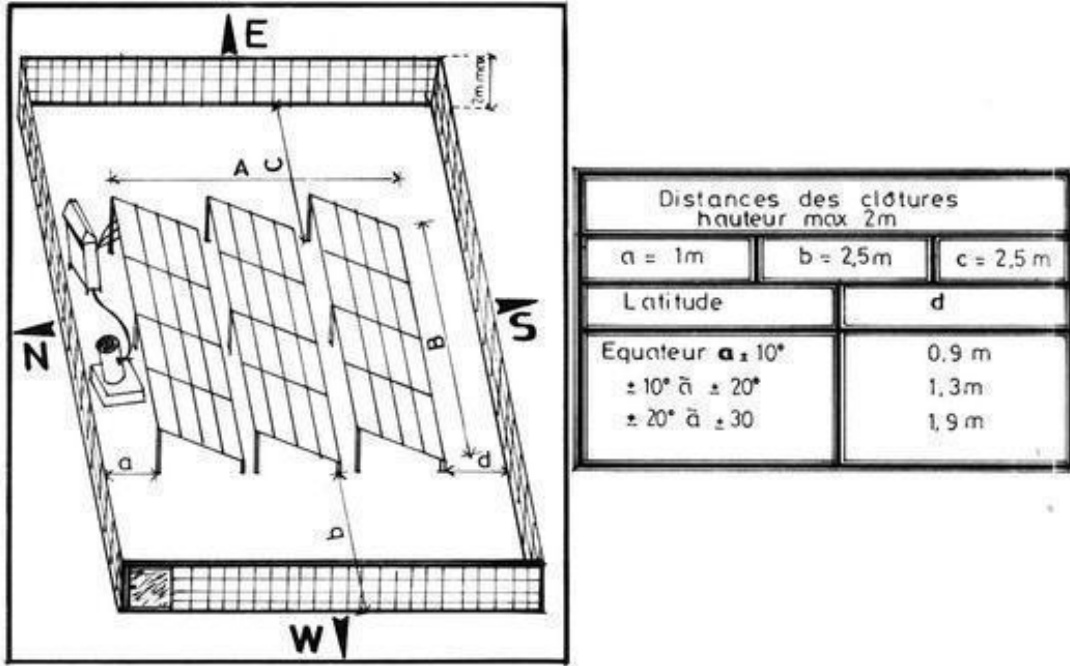
البطاقة 5

السياج

ينصح بحماية المولد الشمسي وشبكة أنابيب البئر (من أعمال التخريب، الحيوانات...).

يمكن إحاطة المنظومة بسياج كما في الشكل 28.

تنبيه: تراعى المسافة الكافية حتى لا يُسقط السياج ظلا على مولد الطاقة الشمسية خلال كل مراحل النهار والسنة.



الشكل 28: السياج المحيط بالمنظومة

أبعاد السياج (الارتفاع الأقصى = 2 متر)

$$c = 2,5m \quad b = 2,5m \quad a = 1m$$

خط العرض $\pm 10^\circ$ خط الاستواء $a \pm 10^\circ$

$\pm 10^\circ$ إلى $\pm 20^\circ$

$\pm 20^\circ$ إلى $\pm 30^\circ$

القطر: 0,9 م، 1,3 م، 1,9 م

ملاحق

الأسلاك الكهربائية وغيرها			
المقطع	الكمية	النوع	
.....	- سلك المضخة المحرك*
.....	- سلك ربط الوحدات الشمسية
.....	- سلك التحييد الأرضي
.....	- سلك تثبيت مجموعة المضخة المحرك*
.....	- عمود التحييد الأرضي

* : يجب مقارنتها مع المسافة بين قاع البئر ومكان تثبيت المموج؛ الأخذ بعين الاعتبار زيادة بنسبة 5 أمتار في حالة الزيادة في عمق البئر.

شبكة الأنابيب الدافعة			
القطر	الكمية	النوع	
.....	- رأس المضخة المحرك\ رأس البئر
.....	- رأس البئر\ رأس الخزان

* : يجب مقارنتها مع المسافات بين رأس المضخة المحرك ورأس البئر، وبين هذا الأخير ونقطة النبذ في الخزان.

لواجب التثبيت			
القطر	الكمية	النوع	
.....	- لوابج الوحدات الشمسية*
.....	• حلزونات
.....	• حلقات
.....	• مثبتات حلزونات
.....	- لوابج التجهيزات**
.....	• حلزونات
.....	• حلقات
.....	• مثبتات حلزونات

* : يجب مقارنتها مع عدد الوحدات (4 لوابج لكل وحدة، حلقتان، حلزونة ومثبتها لكل لوجب)

** : يجب مقارنتها مع عدد عناصر التجهيزات وعدد قوائم التثبيت...

لوازم أخرى			
القطر	الكمية	النوع	
.....	- مثبتات الأسلاك
.....	- طوق الشد
.....	- أنوب برتقالي
			- حامية
قطع الغيار ولوازم أخرى			
.....			- دليل التركيب
.....			- تصميم هندسي
.....			- تصميم تجميع النظام
.....			- قطع الغيار

ملاحظات عامة

التوقيع

التاريخ: ١ ١

إعداد التجهيزات	.....	- وثيقة رقم:
	.....	- التاريخ:
	.....	- اسم المسؤول:

المعدات الكهربائية

الكمية		الكمية	
.....	- قاطعة بشفيرة	.....	- ملقط قاطع
.....	- مطرقة	.....	- ملقط للتعريية
.....	- عدة لحام	.....	- ملقط حلقات حابكة
.....	- قصدير	.....	- براغي مسطحة
.....		.....	- براغي أمريكية

المعدات الميكانيكية

الكمية		الكمية	
.....	- متر شريطي	.....	- ملقط متعدد
.....	- مسواة أفقية	.....	الوظائف
.....	- مناقيط	.....	- قلاعة مسامير
.....	- مناقيب للبناء	.....	- قاطع أسلاك
.....	- مناقيب ميكانيكية	.....	- قاطع لوالب
.....	- نقابة كهربائية	.....	- مفاتيح مفلوكة
.....	- مولد كهربائي*	.....	- مفاتيح ماسورية
.....	- سلم	.....	- مبارد
.....		.....	- ريشة

* يجب توفير الوقود الضروري للمولد

معدات الرصاصة

الكمية		الكمية	
.....	- مفتاح بكماشات	.....	- رافعة

.....	- مفتاح سلاسل	.....	- ملزمة
.....	- منشار للمعادن	.....	- ملولبة*
.....	- فرشاة معادن	.....	- رؤوس عيارية
.....	- رافدات	.....	للملولة
			- قاطعة أنابيب

* يجب توفير الزيت ولدائن التفلون، الخ...

معدات البناء			
الكمية		الكمية	
.....	- مجموعة مزاميل	.....	- مطرقة
.....	- فادن	.....	- مجرفة
.....	- أوتاد	.....	- مسجة
.....	- قالب الخرسانة	.....	- مطرقة بناء
.....	- دلو	.....	- منقلة

معدات القياس			
الكمية		الكمية	
.....	- مجس للبئر	.....	- مقياس رقمي متعدد
.....	- ميزان الحرارة	.....	الوظائف*
.....	- برمبل	.....	- ملقط أمبيرمتر
.....	- وثائق كشفية	.....	- بوصلة
.....		.....	- ميقت (chronomètre)

* : يجب توفير بطاريات للتغيير...

لوازم أخرى			
الكمية		الكمية	
.....	- علبة أدوية	.....	- بزات عمل

.....	- لوازم أخرى	- بدلة عمل - خوذة ورشة - أحذية ورشة
----------------	--------------	-------------------------	---

ملاحظات عامة

التوقيع:

التاريخ: / /

وثيقة تركيب نظام الضخ

وتشغيله

إنجازها		صفحات المرجع	وصفها	المهمة
تركيب المضخة				
لا	نعم	23	مراجعة عامة	المهمة 1 (م.م)
لا	نعم	24	مراقبة سائل المحرك	المهمة 2 (م.م)
لا	نعم	25	وصل سلك المحرك	المهمة 3 (م.م)
لا	نعم	26	تركيب المضخة ذات المحرك	المهمة 4 (م.م)
لا	نعم	27	تركيب العمود الصاعد	المهمة 5 (م.م)
لا	نعم	29	تنصيب الأسلاك	المهمة 6 (م.م)
تركيب مولد الطاقة الشمسية				
لا	نعم	30	تحديد اتجاه مولد الطاقة الشمسية	المهمة 1 (م.ش)
لا	نعم	31	اختيار زاوية الانحناء	المهمة 2 (م.ش)
لا	نعم	32	بناء الأساس	المهمة 3 (م.ش)
لا	نعم	32	تركيب الوحدات الشمسية	المهمة 4 (م.ش)
لا	نعم	33	ربط أسلاك الوحدات	المهمة 5 (م.ش)
لا	نعم	34	ربط أسلاك الصفوف	المهمة 6 (م.ش)
لا	نعم	35	الربط بالتيار الكهربائي	المهمة 7 (م.ش)
تركيب المحول				
لا	نعم	37	تركيب المحول	المهمة 1 (م.ح)
لا	نعم	38	ربط المحول بالكهرباء	المهمة 2 (م.ح)
التشغيل واختبار الأداء				
لا	نعم	40	اختبار جهد الدارة المفتوحة Vco للمولد الشمسي	المهمة 1 (ش.خ)

لا	نعم	40	تشغيل المحول	المهمة 2 (ش.خ)
لا	نعم	40	مراقبة اتجاه دوران المضخة	المهمة 3 (ش.خ)
لا	نعم	41	اختبارات التشغيل	المهمة 4 (ش.خ)
لا	نعم	42	استغلال معطيات الاختبارات	المهمة 5 (ش.خ)
لا	نعم	43	استلام النظام	المهمة 6 (ش.خ)

ملاحظات عامة
توصيات

	اسم وتوقيع ممثل المسؤول الرئيس
	اسم وتوقيع ممثل المسؤول المنفذ
	اسم وتوقيع ممثل المستفيدين

وثيقة الصيانة
(البحث عن الأعطاب)

المهمة	وصفها	صفحات المرجع	إنجازها
مراقبة محول الطاقة الشمسية			
المهمة 1 (ع)	التأكد من أن الوحدات الشمسية نظيفة	53	نعم لا
المهمة 2 (ع)	مراقبة حالة الوحدات الشمسية	53	نعم لا
المهمة 3 (ع)	إجراء اختبارات لمراقبة أداء النظام	53	نعم لا
المهمة 4 (ع)	قياس جهد الدارة المفتوحة Vco لمولد الطاقة الشمسية	53	نعم لا
المهمة 5 (ع)	قياس جهد الدارة القصيرة Icc لمولد الطاقة الشمسية	54	نعم لا
مراقبة ربط الأسلاك			
المهمة 6 (ع)	فحص الأسلاك الكهربائية بالعين المجردة	55	نعم لا
المهمة 7 (ع)	قياس نسبة المقاومة بين مختلف أطوار سلك المضخة ذات المحرك	55	نعم لا
مراقبة المحول			
المهمة 8 (ع)	نزع اللوحة الأمامية	56	نعم لا
المهمة 9 (ع)	نزع موصلات المحرك المغمور من الأقطاب V ، U و W	56	نعم لا
المهمة 10 (ع)	إجراء دارة قصيرة لمجزي التيار J3	56	نعم لا
المهمة 11 (ع)	قياس فولتية المحول غير مركب	57	نعم لا
المهمة 12 (ع)	قياس الجهد بين الأطوار V ، U و W	58	نعم لا

المهمة	وصفها	صفحات المرجع	إنجازها
مراقبة المضخة ذات المحرك			
المهمة 1 (ع)	قياس التيار المشحون Isc	59	لا نعم
المهمة 2 (ع)	إجراء دارة قصيرة لمجزئ التيار J4	59	لا نعم
المهمة 3 (ع)	قراءة قيمة التيار المشحون Isc	59	لا نعم
المهمة 4 (ع)	قياس أطوار التيار W و U ، V	59	لا نعم
المهمة 5 (ع)	قراءة مؤشرات المصابيح الثنائية الصمامات	59	لا نعم
مراقب قاطع الدارة الخاص بمستوى الماء			
المهمة 6 (ع)	إدارة قاطع دارة التحكم إلى الوضع O	60	لا نعم
المهمة 7 (ع)	فصل قاطع الدارة الخاص بمستوى الماء	61	لا نعم
المهمة 8 (ع)	إدارة قاطع دارة التحكم إلى الوضع "1"	61	لا نعم
المهمة 9 (ع)	إعادة إدارة قاطع دارة التحكم إلى الوضع O	61	لا نعم
المهمة 10 (ع)	إجراء دارة قصيرة لقطبي قاطع الدارة الخاص بمستوى الماء	61	لا نعم
المهمة 11 (ع)	إدارة قاطع دارة التحكم إلى الوضع "1"	61	لا نعم

القطع التي تم تبديلها أو إصلاحها

ملخص لسير الأعمال

التاريخ

اسم التقني المسؤول وتوقيعه

وثيقة الصيانة

تشغيل عادي

إنجازها		صفحات المرجع	وصفها	المهمة
لا	نعم	51	فحص مولد الطاقة الشمسية بالعين المجردة	المهمة 1 (ص)
لا	نعم	51	التأكد من استواء صفوف الألواح الشمسية للمولد	المهمة 2 (ص)
لا	نعم	51	مراقبة أماكن الشد لثبتيات التركيب	المهمة 3 (ص)
لا	نعم	51	مراقبة التوصيلات الكهربائية	المهمة 4 (ص)
لا	نعم	51	تنظيف الوحدات الشمسية	المهمة 5 (ص)
لا	نعم	51	مراقبة أداء الوحدات الشمسية	المهمة 6 (ص)

ملاحظات عامة

التاريخ

اسم التقني المسؤول وتوقيعه

* نسبة R1 : نسبة الصبيب المقاس مقارنة مع صبيب الصانع

* نسبة R2 : نسبة الجهد الكهربائي مقارنة مع جهد الذروة

محضر استلام النظام

1. المرجع

- صفحة رقم :
.....
- تاريخ الاستلام :
.....

2. المشاركون في عملية الاستلام

- 1.2 المسؤول الرئيس عن التسليم
..... السيد :
..... السيد :
2.2 المسؤول الثاني المنفذ
..... السيد :
3.2 المستفيد
..... السيد :

3. مكان إنشاء النظام

- دوار جماعة
دائرة عمالة

4. مواصفات عامة

تم الشروع في إنشاء مضخة تعمل بالطاقة الشمسية الضوء فولطية لغرض
.....
تقدر الطاقة الكهربائية التي أنشئت عند الذروة بـ واط ذروة
وكمية الماء المضخوخ في اليوم بـ متر مكعب

5. مواصفات تقنية

مولد الطاقة الشمسية

1-5

- : - اسم الصانع والمرجع
- : - طاقة الذروة/وحدة شمسية
- : - طاقة الذروة المستغلة
- : - عدد الوحدات الشمسية/صفوف
- : - عدد الصفوف

المضخة 2-5

- : - اسم الصانع والمرجع
- : - النوع
- : - نسبة جهد التيار
- : - الصبيب المضخوخ/ اليوم

البنر 3-5

- : - العمق الإجمالي
- : - المستوى الثابت للماء

التخزين 4-5

- : - طاقة الخزان
- : - علو الخزان
- : - العلو المانومتري الإجمالي

6. أجهزة القياس

.....



8. معدات القياس

1-8 مولد الطاقة الشمسية

..... :	- مقياس رقمي متعدد الوظائف	..... :	- مستوى الانحناء
..... :	- مقياس الإشعاع الشمسي	..... :	- بالواط متر 2
..... :	- ميزان الحرارة	..... :	- درجة الحرارة
		..... :	- عدد الساعات

الوحدة 7		الوحدة 6		الوحدة 5		الوحدة 4		الوحدة 2		الوحدة 1		
Icc	Vco	Icc	Vco	Icc	Vco	Icc	Vco	Icc	Vco	Icc	Vco	
												الصف 1
												الصف 2
												الصف 3

* تيار الدارة القصيرة بالأمبير (ت.د.ق) Icc

* جهد الدارة المفتوحة (ج.د.م) Vco

..... :	- ت.د.ق للصف 1	..... :	- ج.د.م للصف 1
..... :	- ت.د.ق للصف 2	..... :	- ج.د.م للصف 2
..... :	- ت.د.ق للصف 3	..... :	- ج.د.م للصف 3

2-8 المضخة ذات المحرك

اختبار	واط متر 2	ج.د.م	ت.د.ق	الصبيب	قطر النبوب	الصبيب	درجة	الساعات
--------	-----------	-------	-------	--------	------------	--------	------	---------

وصف سير الأعمال والملاحظات

التاريخ

اسم التقني المسؤول وتوقيعه

جدول التحويلات

نيوتن	الوزن بالكيلوغرام (كغ)	الوزن بالغرام (غ)	القوة
9.81×10^{-3}	10^{-3}	1	وزن 1 غرام
9.81	1	10^3	وزن 1 كلغ
1	0.102	102	1 نيوتن (SI)
كغ/متر	كيلواط/ساعة	الرجول (ج)	طاقة العمل
0.102	2.78×10^{-7}	1	1 جول
3.67×10^5	1	3.6×10^6	1 كيلواط/ساعة
1	2.72×10^{-6}	9.81	1 كلغ
	عدد الأحصنة (CV)	كيلواط	القوة
	1.36	1	1 كيلواط
	1	0.746	1 حصان
كغ/سم ²	CM.C.E	بار	الضغط
1.02	1020	1	1 بار
10^{-3}	1	9.81×10^{-4}	CM.C.E 1
1	1000	0.981	1 كلغ/سم ²
درجة فهرنهايت (°F)	درجة سلسيوس (°C)	درجة كلفن (°K)	درجة الحرارة
$1.8^\circ K - 459.67$	$^\circ K - 273.15$	K°	كلفن (°K)
$1.8^\circ C + 32$	C°	$^\circ C + 273.15$	سلسيوس (°C)
F°	$0.5^\circ F - 17.7$	$0.5^\circ F + 255.37$	فهرنهايت
قدم	بوصة	مليمتر (مم)	الطول
0.0033	0.0394	1	1 مليمتر (مم)
0.0833	1	25.4	1 بوصة
1	12	348.8	1 قدم

الحجم	لتر	بوصة	قدم
1 لتر	1	10^{-3}	10^3
1 متر مكعب	10^3	1	10^6
1 سنتيمتر مكعب	10^{-3}	10^{-6}	1
الإشعاع (لحظي)	CAL.CM-2. MIN-1	واطامتر-2	جول امتر-2 - اساعة-1
$CAL.CM^{-2}. MIN^{-1}$	$1.433*10^{-3}$	1	359.97
واطامتر-2	1	697.7	$251.15*10^3$
جول امتر-2 - اساعة-1	$3.982*10^{-6}$	$2.778*10^{-3}$	1
الإشعاع (داخلي)	CAL.CM-2	واطاساعة امتر-3	جول امتر-2
CAL.CM-2	1	11.628	$4.1858*10^3$
واطاساعة امتر-3	$85.999*10^{-3}$	1	1.1345
جول امتر-2	$2.38.90*10^{-3}$	2.778	1

ساعة	دقيقة	ثانية	الوقت
0.0003	0.0167	1	1 ثانية
0.0167	1	60	1 دقيقة
1	60	3600	1 ساعة
متر ²	بوصة ²	سم ²	المساحة
0.0003	0.0167	1	سم ²
0.0167	1	60	بوصة ²
1	2.778	3600	متر ²

صيغ كهربائية عامة

الوحدة	الصيغة	
Volts فولت	$U = R * I$	قاعدة أوم (Ohm)
Ws	$W = I^2 * R * t$	العمل - الحرارة
Ohm أوم	$R = \rho * L / S$	مقاومة موصل
Watts واط	$P = U * I$	شدة تيار
واط	$P = U * I * \cos \theta$	الشدة النشيطة لتيار متناوب أحادي الطور
واط	$P = 1.37 * U * I * \cos \theta$	الشدة النشيطة لتيار متناوب ثلاثي الطور
%	$\eta = P_{ab}/P_{zu}$	المردودية

I = التوتر داخل موصل (بالأمبير)

U = توتر العمل (بالفولط)

R = المقاومة (بالأوم)

ρ = التحمل (بالنسبة للنحاس = 0.018)

P = الطاقة (بالواط)

Pab = الطاقة التي يوفرها الجهاز (بالواط)

Pzu = الطاقة المرسلية إلى الجهاز (بالواط)

W = العمل (بالواط الثانية)

L = طول الموصل (بالمتر)

S = مقطع الموصل (بالمم²)

مبادئ هندسية أساسية			
(V) الحجم	(P) المحيط	(S) المساحة	
-	$P = 4 * A$	$S = A^2$	مربع ضلعه A
-	$P = 2 * \Pi * R$	$S = \Pi * R^2$	دائرة
$V = \Pi * R^2 * H$	-	$2. \Pi .R (2R + H)$	أسطوانة (قائمة)
-	$P = 2(A + B)$	$S = A * B$	مستطيل قائم الزاوية
$V = A^3$	-	$S = 6 * A^2$	مكعب ضلعه A
$V = A^2 * H$	-	$S = 2(A^2 + 2AH)$	منشورة بقاعدة مربعة

$$3,14 = \Pi *$$

شروط النظافة الواجب توفيرها

عند مصدر التزود بالماء

فيما يلي بعض الأسئلة الواجب طرحها عند استغلال بئر للماء الشروب:

1. هل البئر محاطة بحافة يحول علوها دون سقوط الأشخاص؟
2. هل تتوفر البئر على غطاء واق يحميها من تسربات المياه السطحية؟
3. هل تتوفر على خندق تصريف لحمايتها من المياه السطحية؟
4. هل يوجد غطاء يسد فتحة البئر وكل ثقوب التفتيش و الاستطلاع؟
5. هل جدران البئر عريضة بما يكفي على عمق 3 أمتار على الأقل تحت سطح الأرض؟
6. هل توجد أماكن لرمي النفايات الصلبة أو السائلة على مقربة من البئر والتي يجب تغيير مكانها؟
7. هل تم التخلص من كل المنخفضات التي قد يتجمع فيها الماء؟
8. هل يحتوي ماء البئر على الكلور من حين لآخر؟
9. في حالة وجود خزان أو مشرب دواب على مقربة من البئر، هل تم إنشاؤه على بعد 8 أمتار على الأقل من مكان البئر؟

مراجع

- كتاب التدريب على تقنيات إنشاء وصيانة وإصلاح نظم الطاقة الشمسية الضوء فولطية المستعملة لضخ المياه في المحيط القروي، لصالح الفرق التقنية المكلفة بنقاط الماء التابعة لوزارة الداخلية.

مصلحة الطاقة الشمسية ل م. ت. ط. م CDER – المغرب 1993

- الكهرباء بالطاقة الشمسية في خدمة التنمية القروية (الشبكة العالمية للطاقة الشمسية RIES – 1993)
- ملخص تقني لتركيب وتشغيل وصيانة وإصلاح المضخات الشمسية GRUNDFOS – 1992.
- الضخ بالطاقة الشمسية الضوء فولطية – 13 سنة من التجارب والخبرة في مالي

- Electricité Solaire au Service du Développement Rural (Réseau International d’Energie Solaire RIES – 1993)
- Notices techniques d’installation, mise en service, entretien et maintenance des pompes solaires GRUNDFOS – 1992
- Le pompage solaire photovoltaïque – 13 années d’expériences et de savoir faire au Mali

ADEME 1991