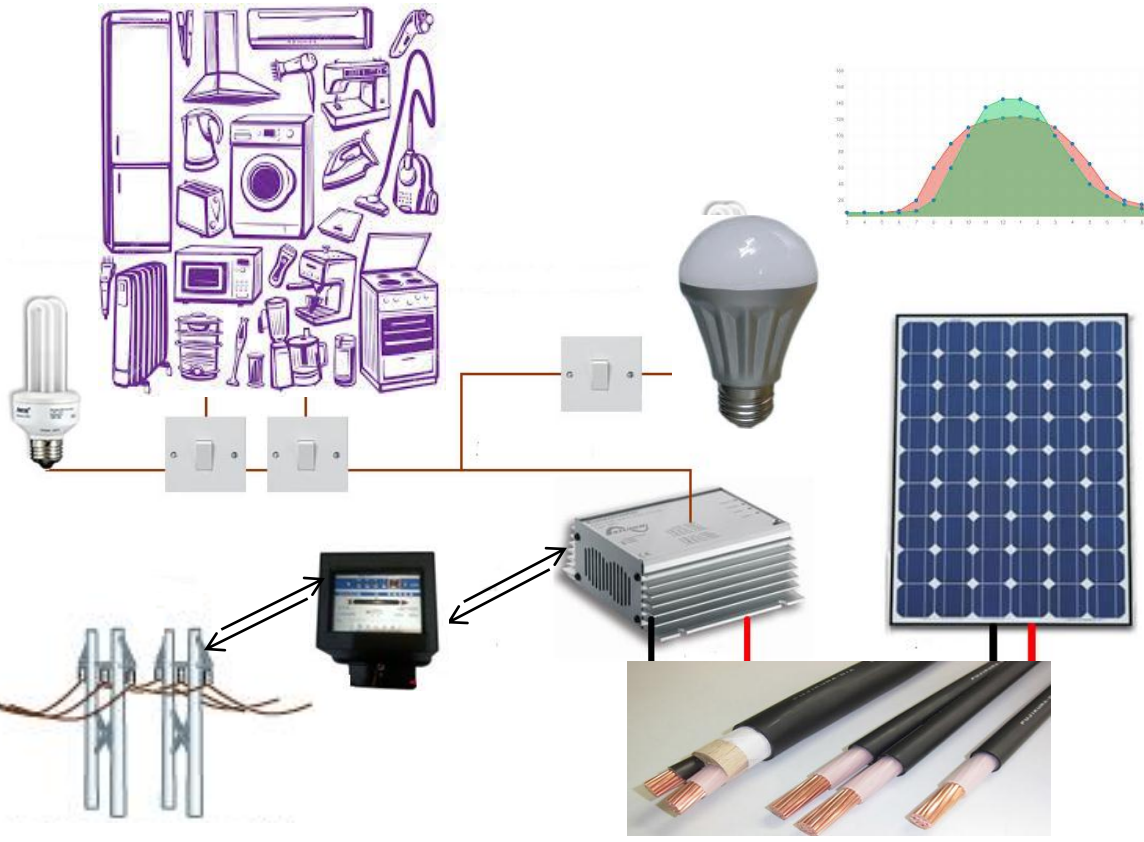
دليل أسترشادى
محطات الطاقة الشمسية

(العملاء – شركات توزيع الكهرباء – الشركات المؤهلة)

جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك

د.م / كاميليا يوسف

يناير ٢٠١٥



مكونات نظام الخلايا الشمسية

- يتكون نظام انتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الخلايا الشمسية من:

١- الخلايا الشمسية :

* وحدة خلية فوتوفلتية (PV cell)

هي عبارة عن معدة من مواد شبه موصلة وحساسة ضوئيا وتقوم بتحويل ضوء الشمس المباشر الى كهرباء، هذه المعدة محاطة بغلاف أمامي وخلفي موصل للكهرباء

* موديول (Module)

هي مجموعة من الوحدات الفوتوفلتية تجمع وتوصل معا على التوالي

* لوحة (panel)أو سلسلة (String)

هي مجموعة من الموديول تجمع وتوصل معا على التوالي للحصول على قيمة القوي الدافعة الكهربية اللازمة

* مصفوفة (Array)

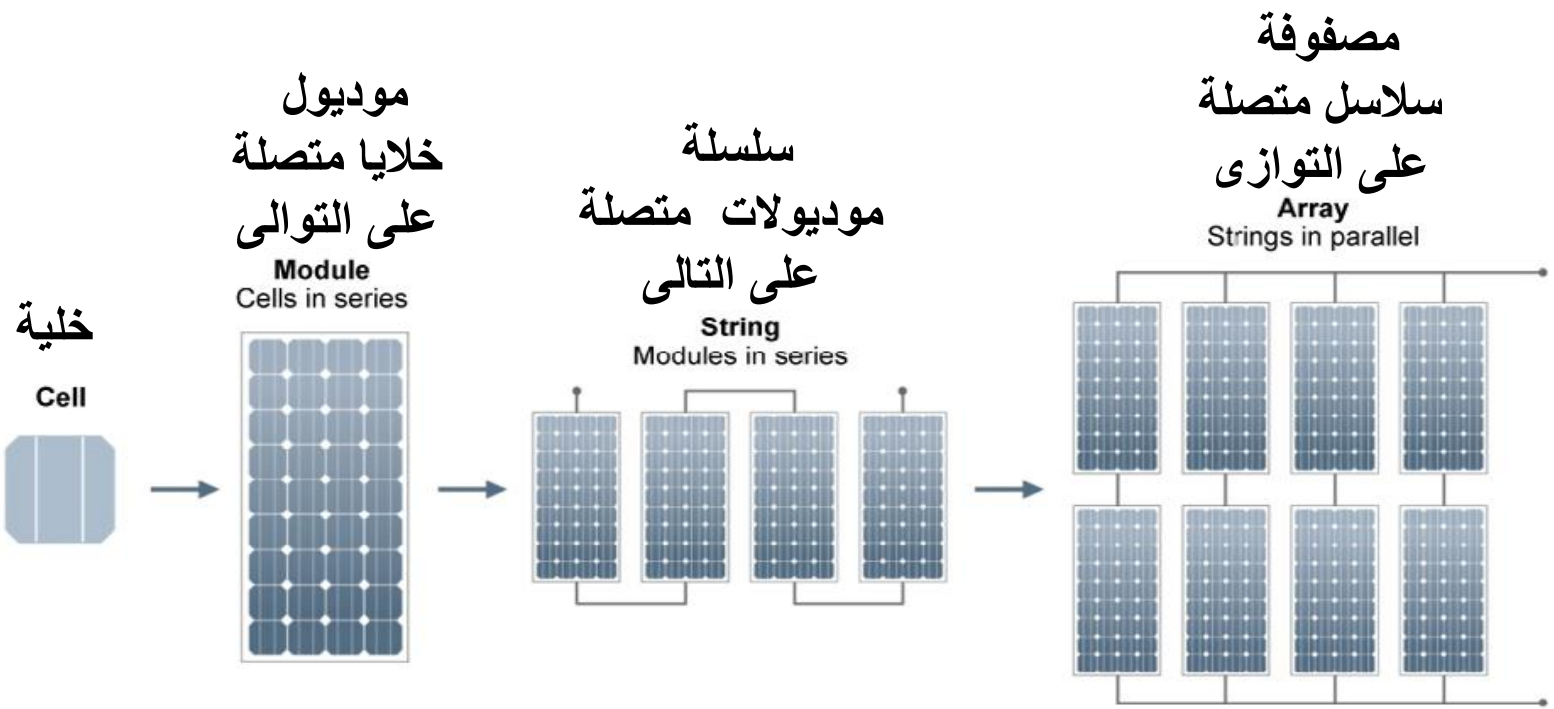
هي الشكل النهائي للمسطح المكون من مجموعة من الالواح أو السلاسل تجمع وتوصل معا على التوازي للحصول على الطاقة الكهربائية. والتى يراعى عند تركيبها أن تحقق زوايا ميول وتوجيها نحو الشمس وعدم تعرضها للظلال طوال فترة سطوح الشمس.

٢- مغير الجهد (تيار مستمر/تيار متردد) (DC/AC inverter)

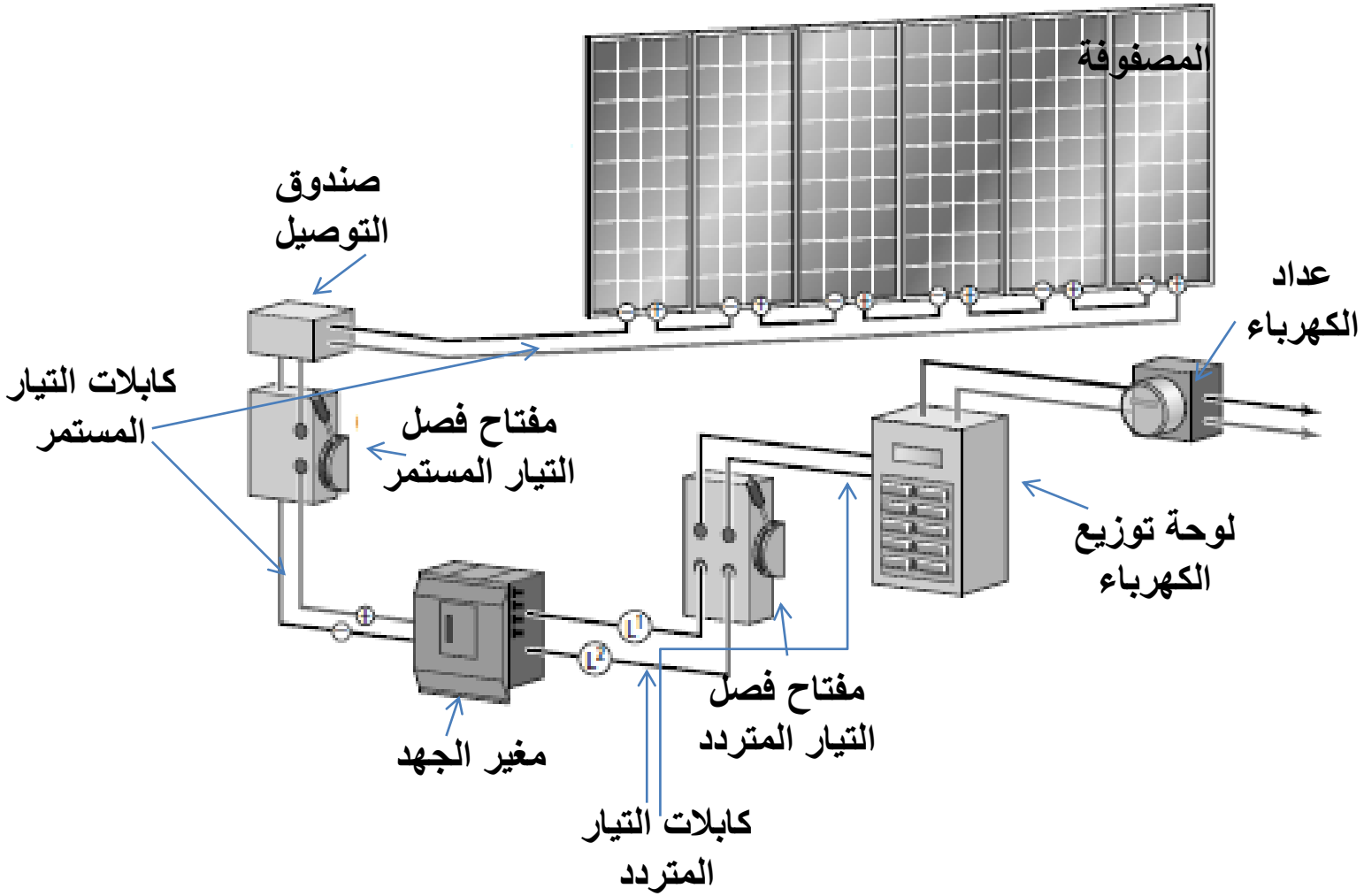
معدة لتحويل التيار المستمر الى تيار متردد بغرض تغذية الاحمال بجهد متردد.

٣- المساعدات

مثل : مفاتيح ، كابلات ، صناديق التوصيل ، مانعات الجهود العابرة .....



خطوات تكوين المصفوفة



مكونات المحطة الشمسية

صندوق التيار المستمر (DC Box)

- يفصل بين مخرج المصفوفة ومدخل مغير الجهد
- يحمى مغير الجهد ضد الجهود العابرة التى يتعرض لها خطوط التيار المستمر

صندوق التيار المتردد (AC Box)

- يفصل بين مخرج متغير الجهد وخطوط التيار المتردد
- يحمى مغير الجهد ضد الجهود العابرة التى يتعرض لها خطوط التيار المتردد

اختيار نوع ومقاس الموديول

- قاعده اليد اليمنى :

- مساحه سطح PVحوالى $8m^2$(اى $107.64\ ft^2$) ينتج $1kw_P$

- اشتراطات هامه :

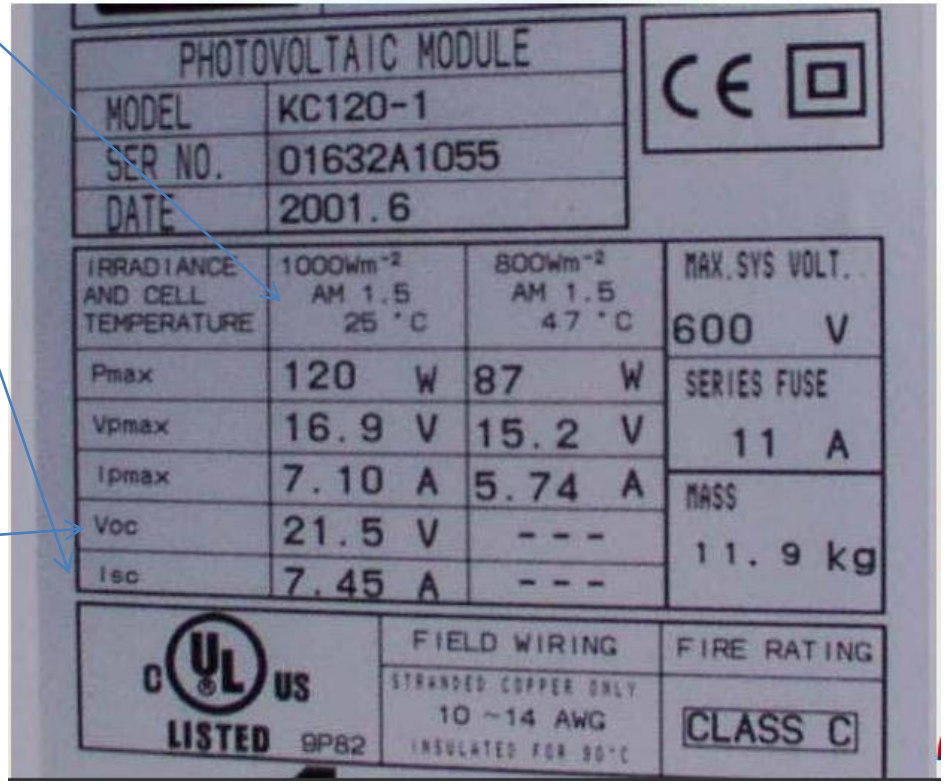
- يعتمد عدد الموديولات على طول وعرض كل موديول وطول وعرض السطح المتاح
- الفراغ الممتد بين الموديولات يكون تقريبا بين ٦ مم (٠.٢٤ بوصه) و ١٠ مم (٠.٤ بوصه)

يوضح الجدول التالى المساحات المطلوبه لانتاج ١ك.و (قصوى) طبقا لماده أو نوع الخليه الشمسيه

المساحات المطلوبه للانظمه الفوتوفلتيه

ماده الخليه الشمسيه		كفاءه الموديول	المساحه المطلوبه لانتاج ١ ك.و أقصى
سيليكون عالى الاداء		16-18%	5-6 m^2
سيليكون احادى البلوره		11-16%	6-9 m^2
سيليكون متعدد البلوره		10-15%	7-10 m^2
فيلم رفيع	Copper indium selenide	6- 11 %	9-17 m^2
	Cadmium telluride		
سيليكون ميكرو غير مبللور (micromorphous)		7-12%	8.5-15 m^2
سيليكون غير مبللور (amorphous silicon)		4-7%	15-26 m^2

مثال لملصق الموديول



شروط الإختبار القياسى (Standard Test Conditions (STC)

- <u>تيار الدائرة المغلقة (تيار دائرة القصر)</u>

I_{sc} Short – circuit current

هو التيار المار فى الخلية الشمسية الى دائرة خارجية بدون حمل (أو بدون مقاومة) ،هو أقصى تيار تستطيع خلية شمسية انتاجة من الاشعاع الشمسى
والذى غالبا يتناسب مع الاشعاع الشمسى

- <u>فرق جهد الدائرة المفتوحة</u>

Open-voltage U_0, U_{OC} or V_{OC}

هو الفولت الذى تعطية الخلية الشمسية عندما لا يمر تيار فى الدائرة ، وهو أقصى فولت تعطية خلية شمسية
- للسيليكون ، نموزجيا بين 0.5 و 0.9 فولت يتراوح

قدرة مغير الجهد

القدرة الاسمية "لمغير الجهد" حوالي +/- ٢٠% من قدرة المخرج الاسمية للمصفوفة (عند STC) وذلك

اعتمادا على: تكنولوجيا الموديول ومغير الجهد والظروف المحلية مثل اتجاه ميل الموديول والاشعاعات.

قدرة التيار المتردد الاسمية هي قدرة مغير الجهد المغذية للشبكة بصورة مستمرة بدون انقطاع عند درة حرارة محيطة ٢٥ م + (١:٢ درجة مئوية)

تحدد قدرة مغير التيار في الحدود الآتية:

$$0.8\ Ppv < P_{INV\ AC} < 1.2\ Ppv$$

والتوصية تكون $P_{INV\ AC} = 1.1\ Ppv$

حيث Ppv = قدرة المخرج الاسمية للمصفوفة (عند STC) $= Wp$

$P_{INV\ AC}$ = قدرة التيار المتردد الاسمية لمغير الجهد

أنواع مغيرات الجهد

النـــــوع	القدرة ك.و	الكفاءة %	الاستخدام
مغيرات جهد لسلسلة (string inverters)	1- -10	96- 98%	وجه واحد/ ثلاثة اوجه
مغيرات جهد مينى مركزى (mini central inverters)	10-30	> 97 %	ثلاثة اوجه
متغيرات جهد مركزية (Central inverters)	30-1200	> 97%	ثلاثة أوجه حتى 30 Kv

عامل حجم مغير الجهد

INVERTER SIZING FACTOR)SR_{AC}

$$SR_{AC}=P_{PV}/P_{INVAC}$$

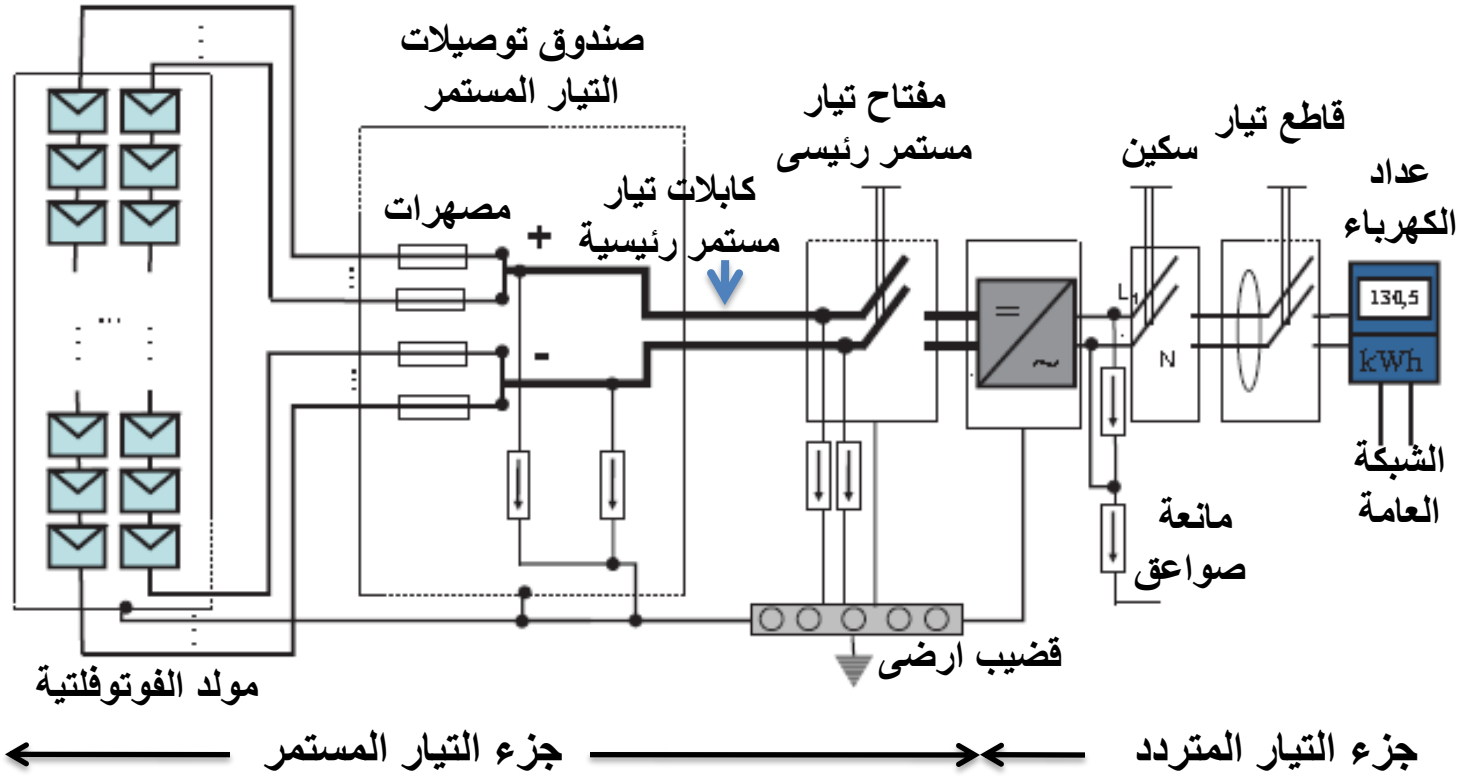
$$0.83<SRAC<1.25$$

والتوصيه تكون

$$SRAC=0.9$$

خصائص لبعض مغيرات الجهد

البيان	مغير جهد أحادى الوجة	مغير جهد ثلاثى الاوجة
القدرة (ك.و)	٣ أو ٤ أو ٥	٨ أو ١٠ أو ١٥ أو ٢٠
معامل القدرة	+ ٨% : - ٨ %	+ ٨ % : - ٨ %
الكفاءة	٩٧ %	٩٧ %
جهد المدخل (فولت) تيار مستمر	٩٠ : ٥٠٠	٢٠٠ : ١٠٠٠
جهد المخرج (فولت) تيار متردد	٢٣٠	٢٣٠ / ٤٠٠
التردد (هرتز)	٥٠	٥٠


صندوق توصيلات
التيار المستمر
مفتاح تيار
مستمر رئيسى
قاطع تيار
سكين
عداد
الكهرباء
مصهرات
كابلات تيار
مستمر رئيسية
+
-
L
N
134,5
kWh
الشبكة
العامة
مانعة
صواعق
قضيب ارضى
مولد الفوتوفلتية
جزء التيار المستمر
جزء التيار المتردد

كابلات وموصلات أنظمة الطاقة الشمسية

ان الاختيار غيرالسليم لمقاس الكابلات و التوصيلات يؤدى الى السخونة الزائدة والتى تسبب الحريق نتيجة مرور التيارات العالية ، بينما الاختيار السليم للمقاسات يؤدى الى عدم الاحتياج الى اية اعمال صيانة لمدة طويلة.

من العناصر الهامة التى يجب ان تؤخذ فى الاعتبار : مدى تشغيل درجة الحرارة ، للكابلات التى تركب خارج المبانى تتحمل حتى + ٨٠ درجة مئوية .كذلك يجب ان تكون الكابلات مقاومة للحريق .

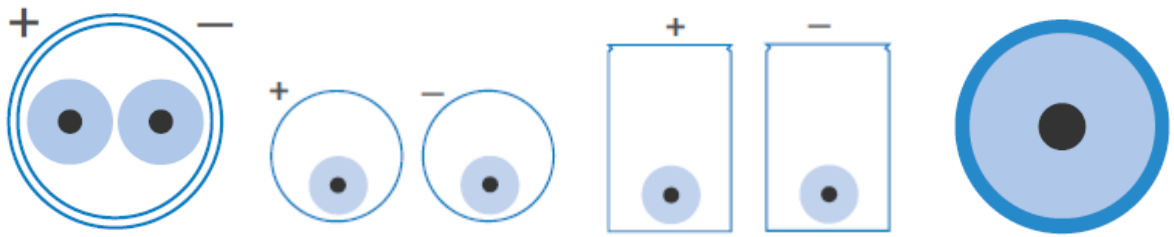
الكابلات المستخدمة فى المحطات الشمسية :

- كابلات التيار المتردد وهى الواصلة بين مخرج مغير الجهد وحتى صندوق توزيع الاحمال ، والتى يراعى فيها الايزيد هبوط الجهد عن ٢ % .

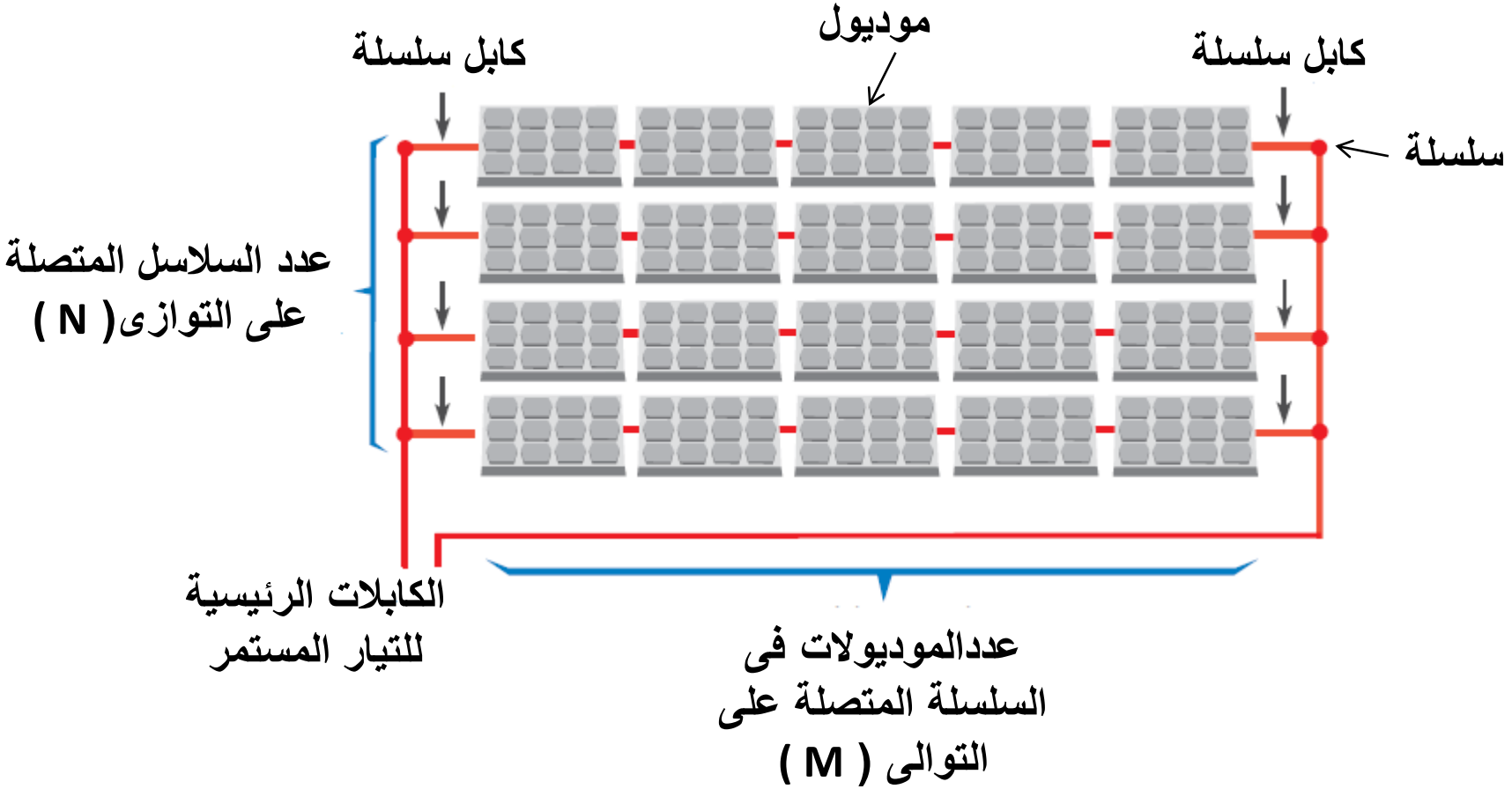
• كابلات التيار المستمر وهى الواصلة بين مكونات المصفوفة وبين المصفوفة وحتى مدخل مغير الجهد

انواعها :

١. كابل أحادى القلب ، عزل مزدوج (كما فى شكل (ا))
٢. كابل أحادى القلب محمى ميكانيكيا بمرورة فى مواسير أو ترانش (كما فى شكل (ب))
٣. كابل متعدد القلب – مسلح (كما فى شكل (ج))



(ا) (ب) (ج)



كابلات التيار المستمر

مقنن التيار والجهد لكابلات (DC)

والتي تستخدم في توصيلات السلسلة والكابلات الرئيسية للتيار المستمر.
تتعرض كابلات التيار المستمر المستخدمة للتوصيلات بين الموديولات الى زيادة الحمل وبالتالي احتمالات حدوث الحريق لذلك يتم اختيار الكابلات بعناية ودقة .

لمصفوفة تتكون من:

- عدد السلاسل المتصلة على التوازى = N
- عدد الموديولات المتصلة على التوالى بكل سلسلة= M

أقل جهد وتيار لكابلات السلسلة والكابلات الرئيسية للتيار المستمركما فى الجدول التالى

المتغيرات	كابلات السلسلة	الكابلات الرئيسية
الجهد	>Voc(stc)x Mx 1.15	Voc(stc) *M *1.15
التيار	>Isc(stc)x ((N- 1)x 1.25	Isc(stc) *N *1.25

سعة تحميل الكابلات (التيار)

مساحة مقطع الموصل مم٢	كابلات التيار المستمر أو تيار متردد احادي الوجه (كابل يحتوي على موصلين يشتمل على أو بدون موصل حماية) أمبير	كابلات ثلاثية الاوجه AC (كابل يحتوي على ٣ أو٤ أو ٥ موصلات) (أمبير)
١.٠	١١	٩.٠
١.٥	١٧	١٥.٠
٢.٥	٢٧	٢٤.٠
٤.٠	٤١	٣٦.٠
٦.٠	٥٣	٤٧.٠
١٠.٠	٧٣	٦٤.٠
١٦,٠	٩٩	٨٦.٠
٢٥.٠	١٣١	١١٤.٠

(تابع) سعة تحميل الكابلات (التيار)

مساحة مقطع الموصل مم٢	كابلات التيار المستمر أو تيار متردد احادي الوجه (كابل يحتوي على موصلين يشتمل على أو بدون موصل حماية) أمبير	كابلات ثلاثية AC الاوجه (كابل يحتوي على ٣ أو ٤ أو ٥ موصلات) (أمبير)
٣٥	١٤٠	١٩٢
٥٠	١٧٠	٢٤٠
٧٠	٢١٦	٢٩٧
٩٥	٢٦٢	٣٥٤
١٢٠	٣٠٣	٤١٤
١٥٠	٣٤٨	٤٧٦
١٨٥	٣٩٧	٥٤٠
٢٤٠	٤٦٧	٦٤٥
٣٠٠	٥٣٧	٧٤١
٤٠٠	-	٨٨٥
٦٣٠	-	1190

مثال لكابلات المحطة الشمسية
خصائص الكابلات (H07RN-F)

(Harmonized Flexible Rubber Heavy Duty Trailing Cable)

الموصل : نحاس مرن لدن (plain annealed flexible copper)
مادة العزل : بروبولين أثيلين (EPR) (ethylene propylene rubber)
الغلاف الخارجى : بولى كلوروبرين (PCP) (polychloroprene)
الجهد : ٤٥٠ / ٧٥٠ فولت
درجة حرارة التشغيل : أقصى ٦٠ درجة مئوية

مانعات الجهود العابرة ومانعات الصواعق

مانعات الجهود العابرة (Surge arresters)

كلمة "عابرة "(surge) تعنى طاقة كهربائية عابرة تظهر خلال موصلات الشبكة الكهربائية على هيئة موجات متتالية من الجهد أو التيار ، ولحماية الشبكة تستخدم مانعات الجهود العابرة .وهى معدة وقاية مصممة اساسا لتوصيل اى جزء موصل فى جهاز كهربى مع الارض ، بغرض الحد من الجهود العالية العابرة بالاجهزة الكهربائية .

مانعات الصواعق (Lightning arresters)

هى معدة أو وسيلة تعطى مسارا تفريغيا الى الارض عند حدوث صاعقة مصطدمة بهوائى أو خط ارسال ، اى تعمل بمثابة مسرب للصاعقة الى الارض.

مانعات الجهد العابره (Surge arrestors)

- نتيجه تركيب المحطات الشمسيه على الاسطح أو فى الاماكن المفتوحه (وهو مايوصف بالتركيب خارج المبانى)فانها تتعرض للعوامل الجويه والتى يمكن ان تتنهار اذا تعرضت لجهد زائد نتيجه الصواعق ولتجنب ذلك يتم تركيب معده حمايه ضد الجهود العابره (SPD)(Surge) protective device.
- طبقا للمواصفات القياسيه (IEC 62305-2) تتغير معاوقه هذه المعده طبقا للجهد المسلط عليها ، فطوال الوقت تكون قيمه المعاوقه كبيره جدا وبمجرد تعرضها للجهود العاليه تصبح قيمتها صغيره جدا وتفرغ التيار المار بها الى الارض .على الرغم من احتواء مغير الجهد على حمايه داخليه ضد ارتفاع الجهد ،ولكن أضافه مانعه الصواعق تفيد عندما تعمل الحمايه الداخليه وتفصل وتتوقف المحطه عن انتاج الطاقه ،بحمايه الاشخاص عند العمل بعد ذلك على مكونات المحطه .

من خصائص بعض انواع مانعه الجهود العابره

- اقصى جهد تشغيل مستمر u_c اكبر من $1.25U_{OC}$
- مستوى الحمايه U_P اقل من او يساوى U_{inv}

حيث U_{inv} جهد تحمل النبضه (impulse withstand voltage) على جانب التيار المستمر للمغير الجهد.

- مقتن تيار الوميض اكبر من او يساوى 5KA
- حمايه حراريه ضد تيار القصر
- اقصى تيار تفريغ 40KA

(Operating voltage of surge arresters)
جهد تشغيل مانعات الجهود العابرة

- يكون ١٠% اعلى من اقصى جهد الدائره المفتوحه للمصفوفه (والذى يكون ١٥% اعلى من STC)
- $V_{C(DC)} \geq 1.25 V_{L\ STC}$

$V_{C(AC)}$	$V_{C(DC)}$
75 V	100 V
150 V	200 V
320 V	420 V
440V	585 V
600 V	600 V