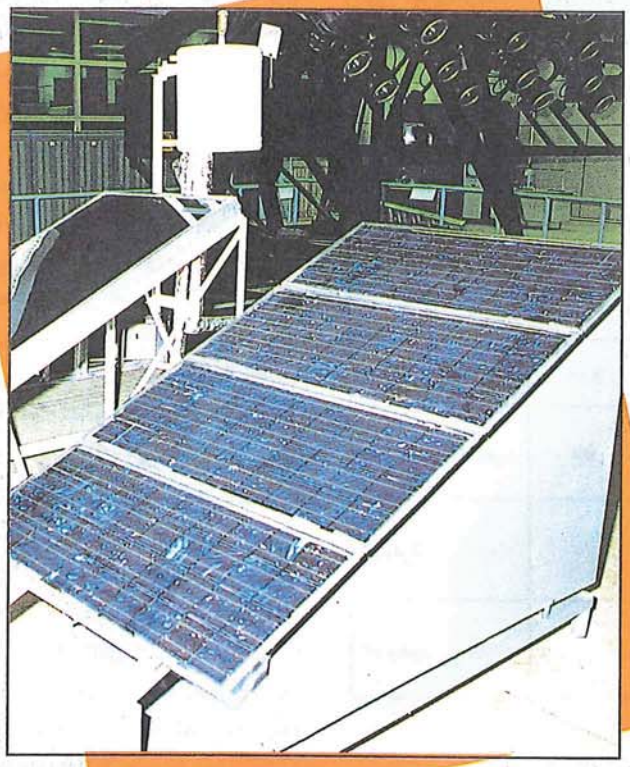
النظم الكهروضوئية وتطبيقاتها

د. محمد الصالح سميعي



النظم الكهروضوئية هي تجهيزات متكاملة تقوم بتحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كهربائية . ويرجع أول استخدام للنظم الكهروضوئية إلى عام ١٩٥٠م في تزويد الأقمار الصناعية بالطاقة الكهربائية اللازمة لها . ومنذ ذلك الوقت بدأ استخدام النظم الكهروضوئية على نطاق أوسع حيث شمل العديد من التطبيقات الهامة والضرورية خاصة بعد الانخفاض المتواصل في تكلفة تصنيع هذه النظم، وزيادة كفاءتها .

مكونات النظم الكهروضوئية

تختلف مكونات النظم الكهروضوئية حسب نوع الأجهزة وطريقة تشغيلها ، وتتكون بصفة أساس من أربعة عناصر رئيسة هي : ـ

● المولد الكهروضوئي

يتكون المولد الكهروضوئي من مجمع كهروضوئي أو أكثر يتم توصيلها على التوالي لزيادة الجهد الكهربائي ، وعلى التوازي لزيادة التيار الكهربائي . وتركب المجمعات الكهروضوئية إما على زاوية ثابتة ـــ النظام الكهروضوئي الثابت ـــ أو تترك حرة الحركة ـ النظام المتحرك أو المتابع ـ لمتابعة حركة الشمس من الشروق إلى الغروب . ويتميز النظام الكهروضوئي المتحرك عن النظام الثابت بإمكانية زيادة إنتاجه من الطاقة الكهربائية الإجمالية بنسبة تصل إلى ٢٠٪ .

● وحدة التحكم والحماية

وحدة التحكم والحماية عبارة عن جهاز إلكتروني مدمج صغير الحجم نسبيًا يقوم بمهام كثيرة منها : ـ

* حماية المجمعات الكهروضوئية ضد الجهد الحثي العالي مثل الصواعق ، وتيار قصر الدائرة . كما يقوم الجهاز بتشغيل المجمعات عند أفضل قدرة لإطالة عمرها الاستهلاكي (٢٠ إلى ٣٠ سنة) .
* مراقبة شحن البطارية لحمايتها من الشحن الزائد ، والتفريغ المنخفض لإطالة عمرها الاستهلاكي (٧ إلى ١٢ سنة) .
* حماية الأحمال الكهربائية ضد الجهد والتيار العاليين ، وتشغيلها بشكل متواصل أو متقطع حسب برنامج التشغيل .

● جهاز تحويل الطاقة

يقوم جهاز تحويل الطاقة بتحويل الطاقة المستمرة ـ جهد وتيار مستمران ـ (Direct Current - DC) إلى طاقة متناوبة ـ جهد وتيار متناوبان ـ (Alternating Current - AC) حيث أن أغلب الأجهزة الكهربائية تعمل على الجهد المتناوب . ومما يجدر ذكره أن العديد من المصانع بدأت في زيادة منتجاتها من الأجهزة الكهربائية التي تعمل بوساطة الجهد المستمر فقط، ولذا لم يعد من الضروري ـ في هذه الحالة ـ تركيب جهاز تحويل الطاقة مما يقلل من تكلفة إنشاء النظم الكهروضوئية .

● بطاريات كهربائية

تستخدم البطاريات الكهربائية في تخزين الطاقة الكهربائية المنتجة من المجمعات الكهروضوئية في النهار ، وتغذية الأجهزة الكهربائية أثناء الليل أو عندما تحجب السحب أشعة الشمس من الوصول إلى المجمعات الكهروضوئية.

يتم اختيار البطاريات المناسبة للنظم الكهروضوئية طبقاً لمجموعة خواص منها درجة حرارة التشغيل (من ١٥ إلى ٥٠°م) ، والتفريغ الذاتي ، ونسبة عمق التفريغ (Depth of Discharge) التي تصل إلى ٨٠٪، وكفاءة الشحن ، والسعة (أمبير/ساعة) ، ومعدل إضافة الماء المقطر ، والقدرة على تحمل الصدمات أثناء النقل ، ومدى المقاومة للشحن الزائد ، والتكلفة ، والعمر الاستهلاكي .

أنواع النظم الكهروضوئية

تُقسم النظم الكهروضوئية إلى ثلاثة أنواع هي نظم مستقلة ، ونظم مشتركة ، ونظم مرتبطة مع الشبكة وفيما يلي تفصيل لكل نوع :-

● نظم مستقلة

تتميز النظم المستقلة بوجود مصدر وحيد لإنتاج الطاقة الكهربائية يتمثل في مولد كهروضوئي (مجمعات كهروضوئية) ، شكل (١) . وتحتاج النظم الكهروضوئية المستقلة إلى بطاريات لتخزين الطاقة لاستعمالها ليلاً أو في الأيام التي تغيب فيها الشمس.

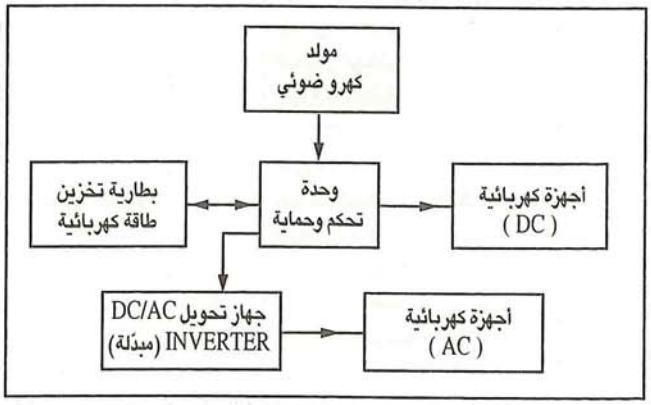
● نظم مشتركة

تتميز النظم المشتركة بوجود مصدرين أو أكثر من مصادر الطاقة المتجددة ، وتتكون بصفة أساس من مولدين أحدهما كهروضوئي يعمل بالطاقة الشمسية، والآخر كهربائي يعمل إما بطاقة الرياح أو بوقود ديزل ، شكل (٢) ، ويمكن الاستغناء الجزئي أو الكامل عن تركيب بطاريات لعدم الحاجة إلى تخزين الطاقة لوجود المولد الكهربائي الإضافي .

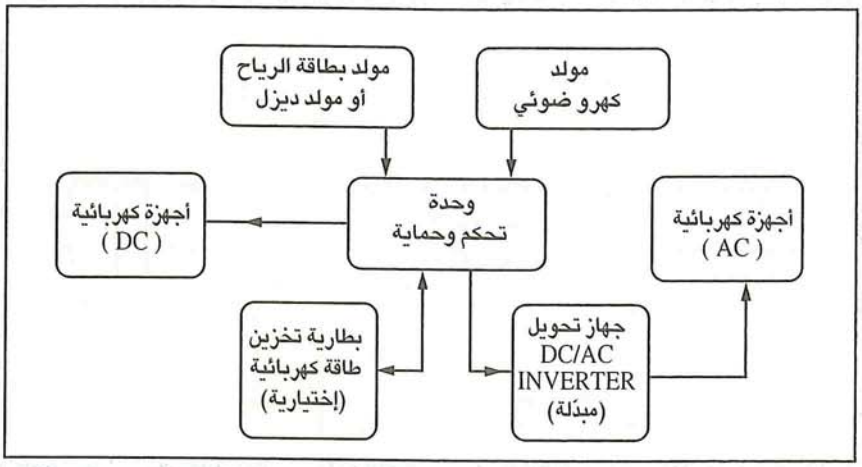
تستخدم النظم الكهروضوئية المستقلة والمشتركة للحصول على الطاقة الكهربائية اللازمة لبعض التطبيقات الصناعية ــ في المناطق النائية والبعيدة عن الشبكة الكهربائية ـ مثل تغذية أبراج الاتصالات والأجهزة الإرشادية والتحذيرية والإنارة وضخ المياه وري المزروعات .. وغيرها.

● نظم مرتبطة مع الشبكة

يتم في النظم المرتبطة مع الشبكة ربط المولد الكهروضوئي مع الشبكة الكهربائية ، شكل (٣)، من خلال جهاز (تحويل وتحكم وحماية) يقوم بتحويل الطاقة المستمرة إلى متناوبة ، وحماية المجمعات الكهروضوئية ، ومراقبة حالة الشبكة والأحمال الكهربائية . وتمتاز النظم الكهروضوئية المرتبطة مع الشبكة بإنتاج الكهرباء في نفس مكان الاستهلاك مما يؤدي إلى خفض الفاقد في نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية إضافة إلى إمكانية تخفيف جزء من أحمال الشبكة الكهربائية خاصة أثناء فترات الذروة حيث يمكن للمولد الكهروضوئي أن يزود الشبكة الكهربائية بالطاقة الزائدة عن استهلاك المبنى أو تخزينها في بطاريات لوقت الحاجة إليها .



● شكل (١) مخطط لنظام كهروضوئي مستقل



● شكل (٢) مخطط لنظام كهروضوئي مشترك.

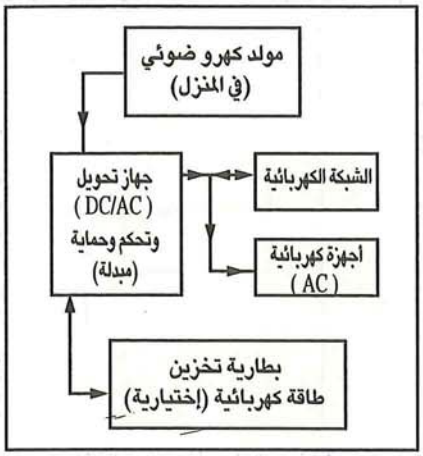
المصدر / السنة	١٩٩١م	١٩٩٢م	١٩٩٣م	١٩٩٤م
الولايات المتحدة الأمريكية	١٦,٣	١٧,٩	٢١,٠	٢٥,٦
اليابان	١٨,٧	١٨,٣	١٧,٠	١٩,٥
أوروبا	١٣,٠	١٦,٠	١٧,٠	٢١,٦
دول أخرى	٦,٠	٦,٠	٦,٠	٦,٠
المجموع	٥٤,٠	٥٨,٢	٦١,٠	٧٢,٧

● جدول (١) الإنتاج العالمي من المجمعات الكهروضوئية (ميجاوات ذروى/سنة) .

إنتاج المجمعات الكهروضوئية

يتزايد الإنتاج العالمي من المجمعات الكهروضوئية (ميجاوات ذروى) بزيادة تطبيقات الطاقة الكهروضوئية ، ويوضح الجدول (١) إنتاج المجمعات الكهروضوئية (١٩٩١م ــ ١٩٩٤م) في كل من الولايات المتحدة الأمريكية ، واليابان ، وأوروبا ، ودول أخرى . ويتضح من الجدول أن الإنتاج العالمي للمجمعات في زيادة مستمرة، وعلى سبيل المثال فقد ارتفع من ٦١ ميجاوات ذروى في عام ١٩٩٣م إلى ٧٢,٧ ميجاوت ذروى في عام ١٩٩٤م بزيادة قدرها ١١,٧ ميجاوات ذروى أي بنسبة ١٩,٢٪ .

وتستخدم المجمعات الكهروضوئية في تطبيقات مختلفة مثل النظم الكهروضوئية المستقلة والمشتركة والمرتبطة ، إضافة إلى العديد من المنتجات الاستهلاكية مثل



● شكل (٣) مخطط لنظام كهروضوئي مرتبط مع الشبكة الكهربائية.

الساعات والحاسبات الصغيرة والألعاب. ويوضح الجدول (٢) النسبة المئوية لمساهمة المجمعات الكهروضوئية المنتجة عالمياً (١٩٩١م) في تطبيقات مختلفة.

تجارب كهروضوئية دولية

تقوم بعض دول العالم بإجراء تجارب وتطبيقات كهروضوئية عديدة تهدف إلى التوسع في استغلال الكم الهائل من الطاقة الشمسية التي تصل - بقدرة الله - إلى سطح الأرض.

ويرجع ذلك التوسع إلى مجموعة عوامل رئيسة من أهمها الإسهام في ترشيد مصادر الطاقة التقليدية والمحافظة عليها وعدم الإفراط في استهلاكها، والحد من نسبة التلوث خاصة في محطات الكهرباء، والحد من الاستثمارات الضخمة اللازمة للتوسع في إنشاء المحطات الكهربائية وشبكة النقل والتوزيع، فضلاً عن تنمية المناطق النائية لتحسين مستوى الحياة فيها وذلك عن طريق تزويدها بحد أدنى من الطاقة الكهربائية اللازمة للإنارة، وتشغيل الأجهزة السمعية والبصرية، وضخ المياه، وتنقيتها وتحليتها ومعالجتها. ومن التجارب الدولية في هذا المجال مايلي: -

نوع التطبيق	المساهمة (٪)
محطات كهروضوئية	١٠
نظم مرتبطة مع الشبكة	١١
نظم لتطبيقات صناعية في مناطق نائية	٢٠
مساكن نائية	٣٤
منتجات استهلاكية	٢٥
المجموع	١٠٠

● جدول (٢) النسبة المئوية لمساهمة المجمعات الكهروضوئية في تطبيقات مختلفة.

● التجربة الألمانية

تهدف التجربة الألمانية إلى الحد من التلوث البيئي، والمساهمة في خفض الحمل الكهربائي في أوقات الذروة، ودراسة توزيع النظم الكهروضوئية على أماكن مختلفة من الشبكة الكهربائية.

بدأت التجربة عام ١٩٩٠م، وكانت عبارة عن مشروع مكون من ألف منزل يستخدم الكهرباء المنتجة بالطاقة الشمسية، ومرتبط مع الشبكة الكهربائية، ثم ارتفع هذا العدد حتى وصل إلى ٢٥٠٠ منزل في

نوع التطبيق	الكمية (وحدة/سنة)
نظام كهروضوئي مستقل (٢٥ إلى ٧٠ وات ذروى)	٦٢,٠٠٠
مضخة مياه عميقة (١٠ إلى ١٣٠ كيلوات ذروى)	٣١٥
مضخة مياه سطحية (٧متر)	١,٢٥٠
محطات ريفية (١ إلى ٢٥ كيلوات ذروى)	٤٨٦
مولد لأبراج البث التلفزيوني	٢٠٠
هاتف ريفي	٦٠,٠٠٠
كشاف متنقل (٦ إلى ١٠ وات ذروى)	٨,٩٠٠

● جدول (٣) التطبيقات الكهروضوئية القائمة في الهند حتى عام ١٩٩٤م.

م	اسم المشروع	الحجم (كيلووات)	الجهة المنفذة
١	القرية الشمسية (العيينة)	٣٥٠,٠	مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
٢	إنارة نفق رقم ٨ - أبها	٤٨,٧٢	وزارة المواصلات
٣	إنارة نفق رقم ٩ - أبها	٥٨,٢٤	وزارة المواصلات
٤	إنارة علامات المرور على الطرق السريعة	٢٦,٢٥	وزارة المواصلات
٥	إنارة وتحذير معابر المشاه	,٦٠	وزارة المواصلات
٦	إنارة	٣,٠	مؤسسة الموانىء
٧	تحذير السيارات و إرشادها	٣,٤٨	وزارة المواصلات
٨	تحذير السيارات من الانحدار على الطرقات	١,٢	وزارة المواصلات
٩	عداد للسيارات - الدمام	,٠٩٠	وزارة المواصلات
١٠	عداد للسيارات - جدة	,٠٩٠	وزارة المواصلات
١١	إنتاج الهيدروجين	١,٠	مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
١٢	إنتاج الهيدروجين	٢,٠	جامعة الملك عبد العزيز - جدة
١٣	حماية المعادن من التآكل	٧٢٠,٠	أرامكو - السعودية
١٤	حماية المعادن من التآكل	٣,٠	مؤسسة تحلية المياه المالحة
١٥	ضخ وتحلية المياه	١١,٠	مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
١٦	إتصالات	٣٦,٠	أرامكو - السعودية
١٧	إتصالات هاتفية	٦,٠	الحرس الوطني
١٨	إتصالات هاتفية (٤٩ موقع)	١٥٨,٠	وزارة الداخلية
١٩	إتصالات هاتفية (٢٥ موقع)	٨٩,٧	وزارة الدفاع
٢٠	إتصالات هاتفية	١١,٥	متورولا - السعودية
٢١	إتصالات هاتفية - ألياف بصرية (٤٠٠موقع)	٥٠,٠	الهاتف السعودي - تحت الدراسة
٢٢	ميكرويف (٥ مواقع)	٢٩,٢	الهاتف السعودي
٢٣	ميكرويف (٥ مواقع)	١٤,٨	وزارة الإعلام
٢٤	ميكرويف (موقعان)	٤,٣	القوات الخاصة
٢٥	كهرباء الجنوبية (٣٠ موقع)	١٥,٠	كهرباء الجنوبية
٢٦	كهرباء الغربية (٢٠ موقع)	٤,٠	كهرباء الغربية

● جدول (٤) مشاريع النظم الكهروضوئية في المملكة العربية السعودية (١٩٨٠م - ١٩٩٥م).