تطبيق المعايير والأكواد العالمية فى منظومة توربينات الرياح.

اعداد : مهندس / السيد منصور
(هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة)
بكالوريوس هندسة القوى والآلات الكهربية- كلية الهندسة- جامعة الاسكندرية ١٩٩١.

بسم الله الرحمن الرحيم

((وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّى إِذَا أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَاهُ لِبَلَدٍ مَيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ كَذَلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَى لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ)) صدق الله العظيم.

سورة الأعراف- الأية ٥٧

البيانات الشخصية

Web Site : NREA.org.eg

E-mail : sayedmansour_1960@yahoo.com

Linkedin Account : linkedin.com/in/sayed-mansour-b6b02496

Tel. No. : 01009402423

مقدمـة

استغلّ الإنسان منذ القدم طاقة الرياح في العديد من المجالات، فمن أشهر الاستخدامات القديمة لطاقة الرياح هي دفع السفن الشراعية وطحن الحبوب عن طريق طواحين الهواء والتي كان يتمّ تحويلها إلى طاقةٍ ميكانيكيةٍ لتدوير الطواحين، ومضخّات الرياح التي كانت تستعمل لضخ المياه أيضاً.

أمّـا بعـد اكتشـاف الاسـتخدامات المتعـدة للوقـود الأحفـوري واكتشـاف المضـارّ المترتبـة عليـه، وخوفـاً مـن نضـوبه أيضـاً، فـإنّ العـالم أصـبح مهتمّـاً بطاقـة الريـاح بشـكلٍ أكبـر مـن قبـل وذلـك لتوليـد الطاقـة الكهربائيـة باسـتخدام طاقـة الريـاح، فيـتمّ توليـد الكهربـاء مـن الريـاح باسـتخدام التوربينـات، فكانـت أولّ مـرةٍ يـتمّ فيهـا تحويـل طاقـة الريـاح إلـى طاقـةٍ كهربائيـةٍ فـي اسـكتلندا فـي عـام ١٨٨٧م ، إلّا أنّ هـذا الاختـراع لـم ينجح حينهـا لتكلفتـه العاليـة، ولكـن قـام العلمـاء بعـدها بـالتطوير بشـكلٍ مسـتمر علـى الوسـائل المختلفـة لاسـتغلال طاقـة الريـاح حتـى أضـحت الريـاح المولـدة مـن التوربينـات والتـي توجـد بأشـكال وأحجـام مختلفـة بنـاءً علـى الغـرض منهـا تكفـي لتوليـد الكهربـاء لمـدنٍ بأكملهـا، ويـتمّ تركيـب توربينـات الريـاح فـي المنـاطق التـي تتمتـع بسـرعات ريـاح عاليـة كمـا هـو الحـال فـى المنـاطق الريفيـة والمنـاطق السـاحلية كمـا فـى منطقـة خلـيج السـويس بمصـر، ويوجـد عددٌ كبيـر مـن مـزارع الريـاح فـي مختلـف انحـاء العـالم والتـي تولـد آلافـاً مـن الميجـا واط كمـا فـي الصـين والولايات المتّحدة الأمريكية والمانيا والدنمارك واسبانيا.

واصـبحت طاقـة الريـاح تمثـل نسـبة كبيـرة قـد تصـل الـى ربـع انتـاج المحطـات التقليديـة مجتمعـة كمـا هـو الحـال فـى الولايـات المتحـدة وألمانيـا والصـين والـدنمارك واسـبانيا.

المحتويات

المحتويات	رقم الصفحة
الهدف من الدراسة	٦
التعاريف والمصطلحات الفنية.	٧-٦
معلومات السلامة والصحة المهنية.	١١-٨
المعارف النظرية فى تطبيق جميع المعايير والأكواد العالمية فى منظومة توربينات الرياح.	١٢
-- المفاهيم الأساسية للأكواد والمعايير.	١٨-١٢
تعليمات أساسية قبل البدء في تنفيذ مشروع مزرعة الرياح.	٢٠-١٩
المواصفات القياسية لمنظومة ربط التوربينة بالشبكة الكهربية.	٢٠
-- الكابلات الكهربية.	٢٨-٢١
-- لوحة التحكم بالتوربينة.	٢٩
-- منظومة الحماية الكهربية.	٣٥-٣٠
-- محطة المحولات.	٤٣-٣٦
-- مكونات منظومة التأريض.	٤٦-٤٣
-- منظومة الحماية من الصواعق الكهربية.	٥١-٤٧
-- طرق توصيل التوربينات بالشبكة الكهربية.	٥٣-٥٢
-- التأثيرات البيئية لاستخدام طاقة الرياح.	٦٤-٥٤
- الفوائد البيئية.	٥٤
- المساوئ البيئية.	٥٥
- الضجيج الصادر من التوربينات..	٥٧-٥٦
- التأثيرات البصرية	٥٨
التداخل الكهرومغناطيسى.	٥٩-٥٨
- تأثيرالتوربينات على حياة الطيور.	٦١-٦٠
- حدوث ظاهرة الظل والخفقان.	٦٢
- مخاطر تحطم التوربينة في منطقة سكنية.	٦٣
-- أهداف المواصفات القياسية العالمية	٦٤
التطبيقات العملية	٧٢-٦٥

الهدف من الدراسة :

إكتساب الخبرات اللازمة في تطبيق المعايير القياسية والعالمية فى منظومة توربينات الرياح عند تركيبها تمهيدا لتشغيلها وصيانتها بطريقة صحيحة وآمنة وفى الوقت المحدد .

التعاريف والمصطلحات الفنية :

- **كود توصيل مزارع الرياح بالشبكة الكهربية:** هو النظام الخاص بكيفية توصيل مزارع الرياح بالشبكة الكهربية من خلال نظام الجهد الفائق والجهد العالي للنقل.
- **المواصفات والمعايير العالمية:** هي الطرق الواجب إتباعها لتحقيق القواعد الخاصة بالأكواد وعند القيام بأي عمل يجب اختيار الكود المناسب ثم أتباع المعايير الخاصة بذلك الكود.
- **مواصفات الخطوط والتوصيلات الكهربية:** هي جميع الأنظمة واللوائح المتعلقة بكيفية تنفيذ الأنظمة والتوصيلات الكهربية.
- **الشبكة الكهربية:** هي نظام الجهد العالي والفائق للنقل والمكون من خطوط النقل ومحطات المحولات والتجهيزات المتعلقة بها.
- **مزرعة الرياح:** مجموعة من توربينات الرياح المركزة في مكان واحد.
- **اتفاقية التوصيل:** اتفاقية بين مالك مزرعة الرياح ومشغل الشبكة الكهربية تحدد الشروط المتعلقة بتوصيل مزرعة الرياح بالشبكة.
- **القدرة المقننة لتور بينة الرياح:** هو أقصى خرج للقدرة الفعالة لمزرعة الرياح فى ظروف التشغيل المختلفة.
- **القدرة الفعالة المتاحة:** مقدار القدرة الفعالة التي يمكن أن تنتجها مزرعة الرياح بناءاً على سرعة الرياح المتاحة.
- **الجهد الفائق:** مستوى الجهد الذي يكون أكبر من ١٣٢ ك.فولت.
- **نقطة التوصيل بالشبكة:** هي النقطة المشتركة حيث تكون كل مولدات توربينات الرياح الخاصة بمزرعة الرياح متصلة بالشبكة.
- **معامل الأمان:** هو رقم يتم ضربه في أقصى حمل يتم التصميم على أساسه من أجل ضمان أمان المنشأ أو الآلة التي يتم تصميمها.
- **التيارات القصوى:** هي أقصى تيار كهربي يمكن للمنظومة تحمله دون حدوث أضرار.
- **الضوضاء أو الضجيج:** هي الأصوات المتنافرة غير المرغوب فيها الناجمة عن مصادر داخلية أو خارجية وتؤثر بشكل أو بآخر على الصحة العامة ونوعية الحياة اليومية للإنسان.

- **الديسيبل "dB" :** هي وحدة قياس شدة الضوضاء التي تتعرض لها الأذن البشرية.
- **معامل وحدة القياس الميجا:** يساوى 10^6 فمثلا الميجا وات $=10^6$ وات ويرمز له بالرمز M.
- **معامل وحدة القياس الجيجا:** يساوى 10^9 فمثلا الجيجا وات $=10^9$ وات ويرمز له بالرمز G.
- **معامل وحدة القياس التيرا:** يساوى 10^{12} فمثلا التيرا وات $=10^{12}$ وات ويرمز له بالرمز T.

معلومات السلامة والصحة المهنية:

- تعرف السلامة والصحة المهنية بأنها العلم الذي يهتم بالحفاظ على سلامة وصحة الإنسان ، وذلك بتوفير بيئات عمل آمنة خالية من مسببات الحوادث أو الإصابات أو الأمراض المهنية ، أو بعبارة أخرى هي مجموعة من الإجراءات والقواعد والنظم في إطار تشريعي تهدف إلى الحفاظ على الإنسان من خطر الإصابة والحفاظ على الممتلكات من خطر التلف والضياع.

- تدخل السلامة والصحة المهنية في كل مجالات الحياة فعندما نتعامل مع الكهرباء أو الأجهزة المنزلية الكهربية فلا غنى عن أتباع قواعد السلامة وأصولها وعند قيادة السيارات أو حتى السير في الشوارع فإننا نحتاج إلى أتباع قواعد أصول السلامة ,وبديهي أنه داخل المصانع وأماكن العمل المختلفة وفي المنشآت التعليمية فإننا نحتاج إلى قواعد السلامة ، بل إننا يمكننا القول بأنه عند تناول الأدوية للعلاج أو الطعام لنمو أجسامنا فأننا نحتاج إلى أتباع قواعد السلامة.

الأهداف العامة التي تسعى السلامة والصحة المهنية إلى تحقيقها:

حماية العنصر البشري من الإصابات الناجمة عن مخاطر بيئة العمل وذلك بمنع تعرضهم للحوادث والإصابات والأمراض المهنية .

الحفاظ على مقومات العنصر المادي المتمثل في المنشآت وما تحتويه من أجهزة ومعدات من التلف والضياع نتيجة للحوادث.

- توفير وتنفيذ كافة اشتراطات السلامة والصحة المهنية التي تكفل توفير بيئة آمنة تحقق الوقاية من المخاطر للعنصرين البشري والمادي.
- تستهدف السلامة والصحة المهنية كمنهج علمي تثبيت الآمان والطمأنينة في قلوب العاملين أثناء قيامهم بأعمالهم والحد من نوبات القلق والفزع الذي ينتابهم وهم يتعايشون بحكم ضروريات الحياة مع أدوات ومواد وآلات يكمن بين ثناياها الخطر الذي يتهدد حياتهم وتحت ظروف غير مأمونة تعرض حياتهم بين وقت وآخر لأخطار فادحة.

ولكي تتحقق الأهداف السابق ذكرها لابد من توافر المقومات التالية:

- التخطيط الفني السليم والهادف لأسس الوقاية في المنشآت.
- التشريع النابع من الحاجة إلى تنفيذ هذا التخطيط الفني.

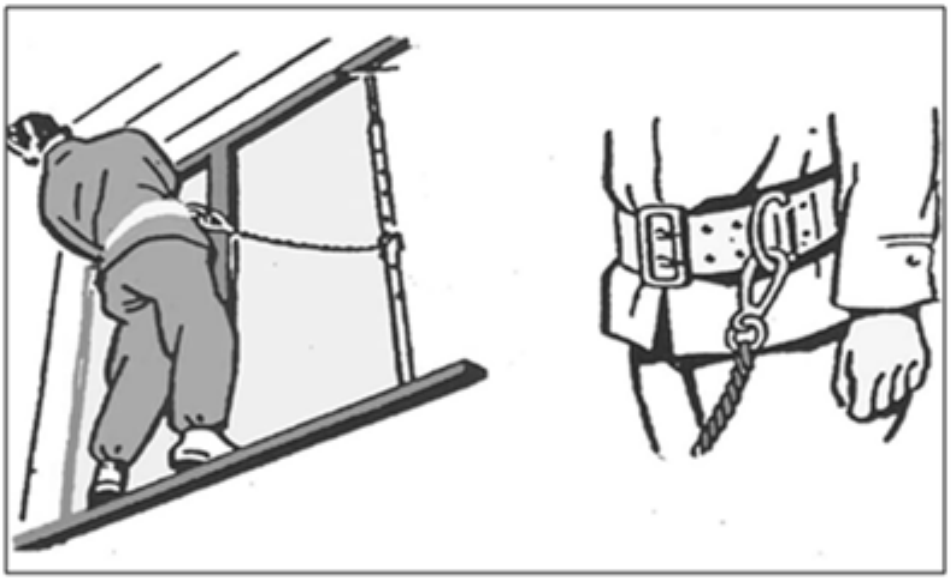
- التنفيذ المبنى على الأسس العلمية السليمة عند عمليات الإنشاء مع توفير الأجهزة الفنية المتخصصة لضمان استمرار تنفيذ خدمات السلامة والصحة المهنية .

أثناء تواجدك في موقع العمل يجب عليك ما يلي:

- الالتزام بارتداء ملابس ومهمات السلامة والوقاية مثل الخوذة والنظارة الواقية والحذاء الواقي والأحذية العازلة للتيار الكهربي والقفاز والسترة وحزام الأمان كما بالشكل رقم (١) .

الشكل رقم (١) : مهمات السلامة والوقاية

- تستخدم أحزمة الأمان لوقاية العاملين من مخاطر السقوط من أماكن مرتفعة عند الصعود إلى أعلى التوربينة ويتم تزويد هذه الأحزمة بوسيلة تثبيت بجسم العامل ووسيلة تثبيت أخرى يتم توصيلها بجسم ثابت بمكان العمل كما هو موضح بالشكل رقم (٢).



الشكل رقم (٢): حزام الأمان

- الحرص على تنظيم وترتيب العدد والأدوات بعد انتهاء العمل.
- المداومة على المحافظة على نظافة الورشة وموقع العمل ونشر الملصقات الخاصة بالسلامة والصحة المهنية في أماكن واضحة بالورشة ومكاتب العاملين كما بالشكل رقم (٣).

الشكل (٣): ملصقات السلامة والوقاية

- يجب تنظيف المعدة بعد كل عملية قياس.
- يجب عدم تعريض المعدة للسوائل المختلفة.
- يجب عدم تخزين المعدات في ضوء الشمس أو في الخارج حيث تكون عرضة للأتربة والأمطار.
- يجب الحرص على نظافة الأيدي قبل استخدام المعدات.
- يجب عدم استخدام المعدات في غير الغرض المخصصة له.
- يجب قراءة كتيب التعليمات الخاص بالمعدات حيث يوضح إلى كيفية الاستخدام الأمثل لهذه المُعدّة.
- يجب تشحيم الأجزاء الميكانيكية في المعدة كل فترة زمنية كما يوصف في كتيب تعليمات المُعدّة.

المعارف النظرية اللازمة لتطبيق جميع المعايير والأكواد العالمية فى منظومة توربينات الرياح

للقيام بأي عمل على الوجه الأكمل يجب أتباع مجموعة من القواعد الأساسية التي تحدد المسار المناسب لإتمام هذا العمل و تُعرف هذه القواعد بالمعايير والأكواد:

المفاهيم الأساسية للأكواد والمعايير

← الأكواد:

تعرف الأكواد بأنها مجموعة القواعد الأساسية التي تضعها الدولة لوضع أصول ثابتة ومحددة بضرورة إتباعها ويتضمن هذا الكود الحد الأدنى لاشتراطات الأمان الواجب توافرها في النظم والوحدات الكهربية ليتم تطبيقها بكل دقة لتحقيق معايير الجودة المطلوبة.

وتعتبر الأكواد بمثابة قوانين ملزمة للأفراد والمؤسسات حيث تقوم الدولة بتطبيق تلك الأكواد والمعايير في شتى المجالات فهناك معايير محلية تطبقها الدولة داخل حدودها طبقاً لظروفها الاقتصادية للحفاظ على صناعتها كما هو الحال في مصر وهناك معايير واكواد تتخطى حدود القطر لتشمل منطقة جغرافية كاملة مثل بلدان الاتحاد الأوروبي وذلك لضمان تحقيق شروط الأمان والجودة في شتى المجالات.

وعند اشتراك دولتين مختلفتين في تنفيذ مشروعات مشتركة بينهما تتضمن العقود المبرمة بينهما بضرورة تطبيق المواصفات والمعايير الدولية وذلك للرجوع إلى تلك الاتفاقيات والعقود في حالة الاختلاف على جودة وتنفيذ بنود العقد.

ومن هذه الأكواد ما يلي:-

- الكود المحلى للكهرباء: NEC : National Electrical Code حيث يستخدم هذا الكود في أمريكا الشمالية.
- الكود المحلى لأمان الكهرباء: NESC: National Electrical Safety Code حيث يستخدم هذا الكود في أمريكا الشمالية.
- كود المعهد الألماني للمعايير:DIN VDE : German Institute for Standardization حيث يستخدم هذا الكود في ألمانيا.

- الكود العالمي للكهرباء: International Electrical Commission : IEC 60364 حيث يستخدم في معظم الدول الأوروبية.

← المعايير :

هي الطرق الواجب إتباعها لتحقيق القواعد الخاصة بالأكواد وعند القيام بأي عمل يجب اختيار الكود المناسب ثم أتباع المعايير الخاصة بذلك الكود فمثلاً إذا تم اختيار الكود IEC 60364 للقيام بالأعمال الكهربية في موقع التنفيذ يتم إتباع المعايير IEC 60364-1 و IEC 60364-2 و IEC 60364-3 و IEC 60364-4 و60364-5 IEC و IEC 60364-6 .

← الكود المصري لربط توربينات الرياح بالشبكة الكهربية:

- على الرغم من أحكام الكود المصري لنظام النقل (كود الشبكة) فإن كود توصيل مزرعة الرياح بالشبكة يحدد المتطلبات الخاصة بتوصيل مزارع الرياح بنظام الجهد الفائق والعالي للنقل (الشبكة الكهربية) ويعد كود توصيل مزرعة الرياح بالشبكة والكود المصري لنظام النقل وثيقتين مكملتين لبعضهما.
- يهدف كود توصيل مزرعة الرياح بالشبكة إلي ضمان أن مزارع الرياح الجديدة أو المعدلة لن تتحمل تأثيرات غير مقبولة نتيجة توصيلها بالشبكة أو تفرض تأثيرات غير مقبولة علي الشبكة.
- قبل إنشاء مزرعة الرياح يجب تقديم دراسة مستفيضة عن جدوى إنشاء مزرعة الرياح وتشمل هذه الدراسة طبيعة الرياح بالمنطقة ودراسة الظواهر الكهربية المصاحبة لربط التوربينة بالشبكة الكهربية خاصة مستوى الجهود والتوافقيات.
- عند إنشاء مزرعة الرياح يتم أخذ موافقة بعض الجهات مثل وزارة الدفاع والبيئة والداخلية والبترول والطيران نظراً لما تمثله توربينات الرياح من بعض الخصوصيات مثل الإرتفاعات المسموح بها وكذلك طبيعة الأرض المزمع إنشاء مزارع رياح بها وتأثير ذلك على الحياة النباتية والحيوانية بالمنطقة.
- قبل إنشاء المزرعة لابد من تقديم بيانات كافية عن طبيعة عمل التوربينات من حيث مستوى الضجيج الصادر منها وكذلك التداخل المغناطيسي للموجات.
- يجب على مالك مزرعة الرياح تقديم بيانات واضحة عن شبكة الأرضي الخاصة بالتوربينة .
- يجب على مالك مزرعة الرياح تقديم بيانات واضحة عن أقصى ارتفاع لأعلى نقطة في الريشة والأرض.

← أهمية تطبيق الأكواد والمعايير:

- **استخدام الخامات والأدوات ذات الجودة المناسبة:**

يساعد إتباع المعايير والأكواد في استخدام خامات ذات جودة مناسبة للعمل المطلوب تنفيذه لنتجنب تحايل الجهة المنفذة للعمل في استخدام مهمات ذات جودة قليلة مما يؤثر على كفاءة وجودة العمل المطلوب أو الإسراف في استخدام مهمات وأدوات ليست مطلوبة ويوضح الشكل رقم (٤) نوعية من العمل المنفذ بجودة عالية وأخرى رديئة أو بمعنى أخر " تختار الخامات بحيث تحقق أفضل أداء مع أقل تكلفة ممكنة ".

الشكل رقم (٤) : تطبيق الأكواد والمعايير لضمان تحقيق الجودة

- **التقليل من الكلفة الكلية للعمل:**

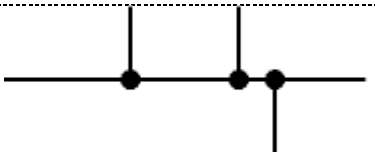
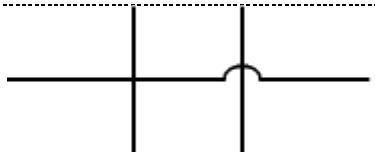
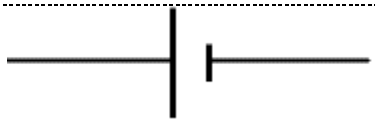
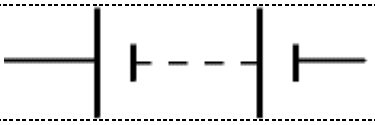
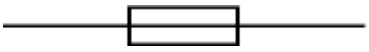
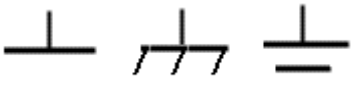
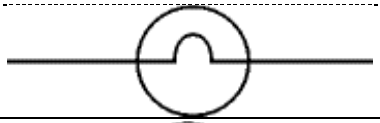
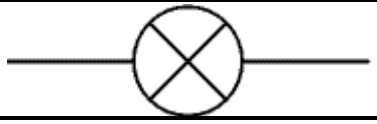
إتباع المعايير والأكواد يسهم في استخدام وتحديد الخامات والوحدات بالأعداد والأطوال والكميات المطلوبة للعمل المطلوب تنفيذه.

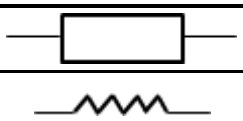
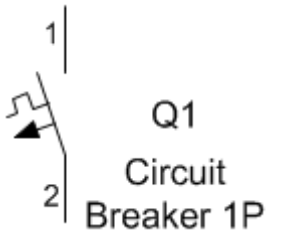
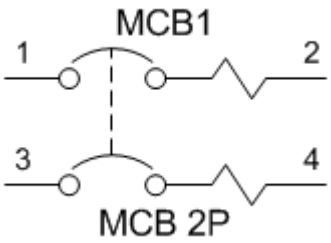
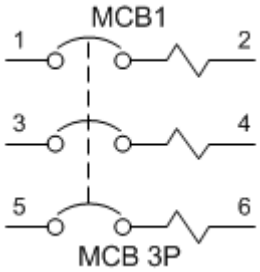
- **تدريب الأفراد على إتباع القواعد الصحيحة في العمل:**

إتباع المعايير والأكواد يسهل طريقة تنفيذ وإنهاء كافة الأعمال الموكلة إلي الأفراد والعاملين كما يعودهم على إتقان وتجويد ما يقومون بعمله.

فعلى سبيل المثال فني الكهرباء عندما يقوم بإنجاز عمل ما لابد وأن يكون على دراية وعلم باستخدام العدد والأدوات والإلمام بالرموز الكهربية لمختلف المكونات الكهربية ليكون مدرباً على كيفية تنفيذ الأعمال الموكلة إليه منفرداً والجدول التالي يوضح بعض أنواع الرموز الكهربية المطلوبة في العمل طبقاً للكود المصري.

- **الرموز الكهربية المستخدمة في الدوائر الكهربية وفق الكود المصري:**

العنصر	الوظيفة	الرمز الكهربي
سلك (Wire)	لتمرير التيار الكهربي من نقطة إلى أخرى.	
نقاط لحام.	تستخدم لربط مكونات الدوائر الكهربية ببعضها.	
أسلاك أو نقاط غير متصلة.		
خلية. (Cell)	عدة خلايا تشكل ما يعرف بالبطارية.	
بطارية. (Battery)	البطارية الكهربية هي العنصر المسئول عن إمداد الدوائر الالكترونية بالكهرباء.	
مصدر مستمر DC		
مصدر متردد AC		
فيوز - فاصمة Fuse	حماية الدوائر الكهربية.	
محول كهربي Transformer.	في الغالب يستخدم لرفع أو تقليل الجهد الكهربي.	
محول ذو نقطة في المنتصف. Center tap transformer		
محول هوائي Air-Core Transformer.		
تأريض (Earth Ground).	التأريض مهم لحماية الأجهزة الكهربية، في الدوائر الالكترونية يستخدم هذا الرمز ليدل على فولت أو الطرف السالب.	
مصباح Lamp.	مؤشر	
مصباح Lamp.		

العنصر	الوظيفة	الرمز الكهربي
الحمل الكهربي المقاومة	إضاءة تشغيل جهاز التحكم في تيار الدائرة	
قاطع الدائرة الأحادي	فصل وتوصيل الدائرة أحادية الطرف.	
قاطع الدائرة الثنائي.	فصل وتوصيل الدائرة ثنائية الأطراف.	
قاطع الدائرة الثلاثي.	فصل وتوصيل الدائرة الثلاثية.	
مفتاح كهربي.	التحكم في الدائرة الكهربية (غلق وفتح الدائرة).	

- **زيادة معامل الأمان والانضباط في العمل:**

عند إتباع المعايير والأكواد تكون بيئة العمل أكثر أماناً من حيث تقليل فرص وقوع إصابات العمل للإفراد وتلف الآلات والمعدات وحوادث الحريق وخلافه.

- **اختيار المهمات والأدوات المناسبة:**

تطبيق المعايير والأكواد يسهل للعاملين بمجال توربينات الرياح إتباع الطرق السليمة في العمل على سبيل المثال استخدام مهمات تجهيز الكابلات للاستخدام عن طريق استخدام خامات ومهمات ذات جودة عالية فهذا يساعد على استقرار منظومة العمل والشكل رقم (٥) يوضح نوعية جيدة من نهايات الأطراف.

الشكل رقم (٥) : عينة جيدة من نهايات الأطراف

← تعليمات أساسية قبل البدء في تنفيذ مشروع مزرعة الرياح:

جميع الأعمال الكهربية الخاصة بمشروع توربينات الرياح والتي تشمل التوريد والتركيب والفحص لجميع الأعمال والملحقات الكهربية حسب المخططات وجداول الكميات والعقود الخاصة بالمشروع تتم وفق الكود المصري لتوزيع الكهرباء وكود توصيل مزرعة الرياح بالشبكة الكهربية وفى حالة الاختلاف يتم الرجوع للمواصفات القياسية العالمية وتشمل جميع الأعمال ما يلي :-

- ← **الكابلات ومواسير الحماية (PVC).**
- ← **اللوحات الكهربية الرئيسية والفرعية للتوربينات ومحطة المحولات.**
- ← **القواطع الرئيسية والفرعية والمصهرات للتوربينات ومحطة المحولات.**
- ← **تركيبات المفاتيح، المآخذ وخلافه.**
- ← **نظام الأرضي ومانعات الصواعق للتوربينات ومحطة المحولات.**

- **تعارض المخططات والمواصفات:**

إذا وجد أي تعارض بين المخططات والمواصفات فتكون المرجعية للمواصفات وفي هذه الحالة على المقاول (الموكل له تنفيذ المشروع) أن ينبه المهندس المشرف عن مكان التعارض قبل الشروع في العمل، وإذا وجد أي معدات لازمة لإتمام العمل بصورة جيدة وغير واردة في المخططات فعلى المقاول توريدها وتركيبها بعد موافقة المهندس المشرف.

- **اعتراض المقاول على الأعمال:**

في حالة عدم موافقة المقاول على بعض الأعمال الواردة في المخططات أو المواصفات عليه إبلاغ المهندس المشرف قبل الشروع في العمل .

- **المخططات التنفيذية:**

خلال فترة تنفيذ المشروع على المقاول تقديم ثلاث نسخ من الرسومات التنفيذية لاعتمادها، توضح تفصيل لجميع أجزاء الأعمال الكهربية ويجب الأخذ في الاعتبار آخر التعديلات المعمارية والإنشائية لمبانى المشروع الإدارية والخدمية (الورش والمخازن) عند إعدادها، ولا يحق للمقاول المطالبة بأي مبالغ إضافية نظير هذا العمل ويتم رسمها بمقياس رسم ١/١٠٠ أو بمقياس رسم ١/٥٠ أو ١/٢٠ للمخططات التفصيلية واعتماد هذه الرسومات من قبل المهندس لا يلغي مسئولية المقاول من إتمام العمل بصورة جيدة وتحمل المقاول المسئولية الكاملة عن دقة المخططات المقدمة منه ومن المصنع للمعدات الكهربية.

- **المخططات حسب المنفذ:**

على المقاول تقديم مخططات كاملة للمهندس المشرف(مهندس هيئة الطاقة)بجميع التركيبات والتوصيلات بعد الانتهاء من العمل حسب المنفذ ويجب أن تكون على الأقل بنفس عدد مخططات العقد وهذه المخططات تعتبر جزء من العقد لا يمكن اعتبار العمل مكتمل ما لم يتم تسليمها للمهندس المشرف، ويجب تقديمها على الشكل الآتي:

- مخطط عام للموقع بمقياس رسم ١-٥٠٠ موضحا عليه مسارات الكابلات.
- مخططات ومقاطع بمقياس رسم ١-١٠٠ موضحا عليها:
  - ✓ مفاتيح ومآخذ الكهرباء.
  - ✓ تفصيل مكونات محطة المحولات ونظام الأرضي ومانعات الصواعق.
  - ✓ مخططات تفصيلية لجميع لوحات التوزيع.

- **الاختبارات:**

على المقاول تقديم شهادات اختبار من المصنع خاصة بالمفاتيح الفاصلة والمحول ومولدات الكهرباء الاحتياطية والمضخات ومشغلاتها وجميع الاختبارات يجب أن تكون طبقا للمواصفات المحلية وتجري على التمديدات الكهربية بعد اكتمال تركيبها والاختبارات هي:

- اختبار العزل بين الأوجه وبين الأوجه والأرضي.
- اختبار استمرارية الأرضي.
- التأكد من فاعلية نظام الأرضي.
- اختبار مقاومة نظام الأرضي.
- اختبار القطبية (اختبار أطراف القطب الموجب والسالب).

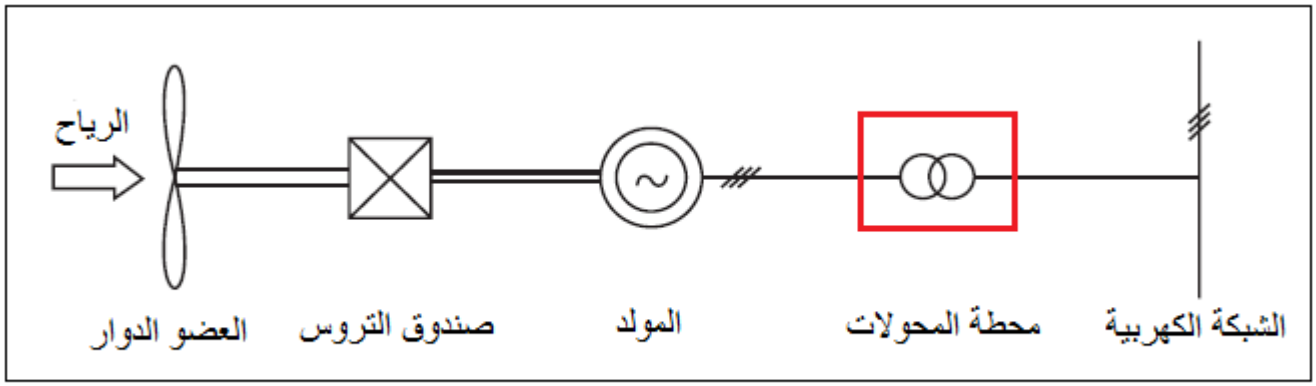
ويجري الاختبارات الواردة في السابق شخص ذو خبرة واختصاص في هذا المجال وخبرة في كيفية استعمال الأجهزة المناسبة لهذا الغرض وبوجود المهندس المشرف، وعلى المقاول التأكد من توازن الأحمال على الأوجه الثلاثة في جميع لوحات التوزيع الرئيسية والفرعية.

- **العينات:**

على المقاول تقديم عينات للمعدات والأدوات الكهربية التي ينوي توريدها للموقع وبدون أسعار إضافية لاعتمادها من المهندس المشرف بوقت كاف قبل البدء في تركيبها مع إرفاق الكتالوجات والبيانات الفنية الخاصة بها .

المواصفات القياسية لمنظومة ربط التوربينة بالشبكة الكهربية

ولتطبيق تلك المعايير والأكواد السابقة عند إنشاء وتركيب توربينات الرياح يجب إتباع المعايير المحددة لأجزاء التوربينة المختلفة طبقاً للأكواد والمواصفات المحلية والعالمية والشكل رقم (٦) يوضح توربينة الرياح بأجزائها المختلفة وربطها بالشبكة الكهربية طبقاً لما يلي:-



الشكل رقم (٦) : منظومة ربط التوربينة بالشبكة الكهربية

← منظومة ربط التوربينة بالشبكة الكهربية تتكون من:

(١)الكابلات الكهربية.

(٢)لوحة التحكم بالتوربينة.

(٣)منظومة الحماية الكهربية (المصهرات والقواطع والمفاتيح).

(٤)محطة المحولات ولوحات التوزيع.

(٥)منظومة الأرضي.

(٦)منظومة الحماية من الصواعق الكهربية.

أولا: الكابلات الكهربية

- **المواصفات المصرية للكابلات كما يلي:**

تتكون المواصفة المصرية للكابلات من ستة أجزاء علي النحو التالي:

الجزء الأول: متطلبات عامه والمناظرة للمواصفة الدولية الكهروتقنية IEC60227 – 1 حيث تختص هذه المواصفة بالكابلات المرنة وغير المرنة المعزولة بالبولي فينيل كلورايد والتي قد يكون لها غلاف من نفس المادة.

الجزء الثاني: طرق الاختبار والمناظرة للمواصفة الدولية الكهروتقنيه IEC60227 – 2 حيث تختص بطرق إجراء الاختبارات الكهربية ، قياس سمك العزل و قياس الأبعاد الخارجية واختبار المتانة الميكانيكية للكابلات المرنة .

الجزء الثالث: كابلات غير مغلفة للتوصيلات الثابتة والمناظرة للمواصفة الدولية الكهروتقنية IEC60227 – 3 حيث يختص هذا الجزء بالمواصفات الخاصة بالكابلات أحادية القطب المعزولة PVC غير المغلفة للتوصيلات الثابتة ذات الجهود المقننة وتشمل ٤٥٠ / ٧٥٠ فولت.

الجزء الرابع : كابلات مغلفه للتوصيلات الثابت والمناظرة للمواصفة الدولية الكهروتقنيه IEC60227 – 4 حيث يختص هذا الجزء بالخصائص الفنية للكابلات ذات الغلاف من البولي فينيل كلورايد ذات جهد مقنن ٣٠٠ / ٥٠٠ فولت .

الجزء الخامس : كابلات مرنه (كردونات) و المناظرة للمواصفة الدولية الكهروتقنيه IEC60227 – 5 حيث يختص هذا الجزء بمواصفات الكردونات بجهد مقنن ٣٠٠ / ٥٠٠ فولت .

الجزء السادس: كابلات المصاعد وكابلات التوصيلات الثابتة والمناظرة للمواصفة الدولية الكهروتقنية IEC60227 – 6 حيث يختص هذا الجزء بكابلات المصاعد المبططة والمستديرة

وكابلات التوصيلات المرنة ذات الجهود المقننة حتي وتشمل ٤٥٠ / ٧٥٠ فولت .

كما أوصت المواصفات المصرية بضرورة مراعاة البيانات الفنية الملزم كتابتها علي الكابل علي أن تكون هذه البيانات بالكامل مطبوعة أو محفورة (غائرة) أو بارزه علي العزل أو الغلاف .

ومن هذه العلامات:

- **الجهود المقننة مثلاً ٣٠٠ / ٥٠٠ فولت ، ٤٥٠ / ٧٥٠ فولت.**
- **المقاس يعبر عنه بمساحة مقطع الموصل (مم٢) ويعبر عنه علي سبيل المثال (٢x١.٥مم٢) للكابل المغلف المتعدد و (٣مم٢) للكابل المعزول المفرد .**
- **نوع العزل PVC .**
- **العلامة التجارية .**

دليل استخدام الكابلات الكهربية في التوصيلات ذات الجهد المنخفض (المواصفة المصرية).

اختيار الكابل الذي يعمل عند جهد منخفض من بين الأنواع والشروط التالية:

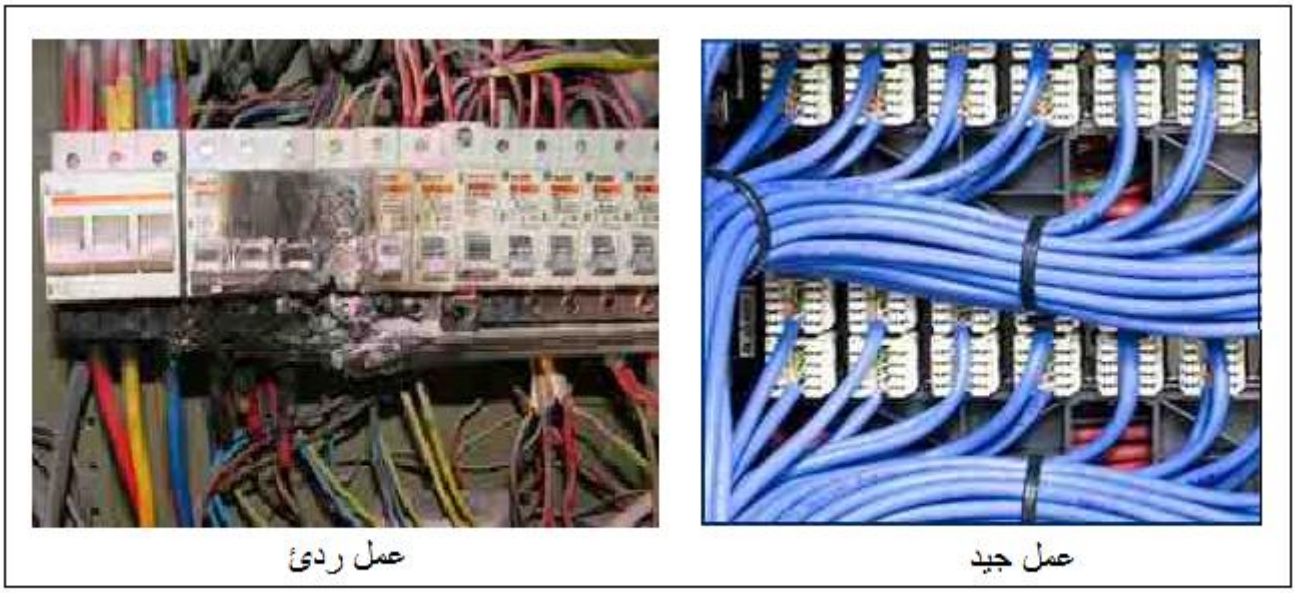
- كابلات معزولة بمادة بي في سي وغير مغلفة.
- كابلات معزولة بمادة بي في سي مغلفة.
- كابلات معزولة بمادة بي في سي بموصلات نحاسية متحدة المركز.
- كابلات معزولة بالمطاط.
- يجب أن تكون الكابلات والموصلات التي تقل مساحة مقطعها عن ١٠ مم٢ مصنوعة من النحاس الإلكتروليتى (شرائح النحاس).
- يجب أن تكون درجة الحرارة المحتمل أن تتعرض لها أجزاء الكابل أو السلك المرن مناسبة.
- يجب مراعاة أقل درجة حرارة محتمل حدوثها لوسط المحيط أثناء التشغيل العادي للموصلات والكابلات، ويجب اتخاذ الاحتياطيات الكافية لتحاشي خطر التلف الميكانيكي للكابلات المعرضة لدرجة حرارة منخفضة.
- يجب مراعاة تركيب التوصيلات الكهربية بحيث لا تكون مكشوفة أو معرضة للأمطار أو لقطرات المياه أو لبخار الماء أو لتكثف المياه أو تجمعاتها.
- يجب اختيار مساحة مقطع الموصل بالكابل بحيث لا تقل سعته لحمل التيار الكهربي عن أقصي تيار تغذية، ويجب ألا تتعدي درجة حرارة الكابل المناظرة لسعة حمل التيار الكهربي الدرجة المناسبة لنوعية عزل الكابل المستخدم.
- يجب تثبيت الكابلات بين الناسيل وأسفل البرج بقفيز حديدي حتى لا تتحرك من مكانها داخل البرج كما بالشكل رقم (٧).

الشكل رقم (٧) : تثبيت الكابلات بقفيز حديدى

- إتباع المواصفة المصرية للكابلات عند تجهيز أطراف الكابل للعمل كما بالشكل (٨).

الشكل رقم (٨) : تجهيز الكابل

- تؤمن المعايير والمقاييس المحلية والعالمية أعلى درجات الأمان للعاملين في نطاق العمل عن طريق إلزام الشركات المنفذة للمشروع بتحقيق أعلى درجات الجودة في تنفيذ الأعمال الكهربية المختلفة كما بالشكل رقم (٩).



الشكل رقم (١٠) : تطبيق المعايير فى تنفيذ الأعمال

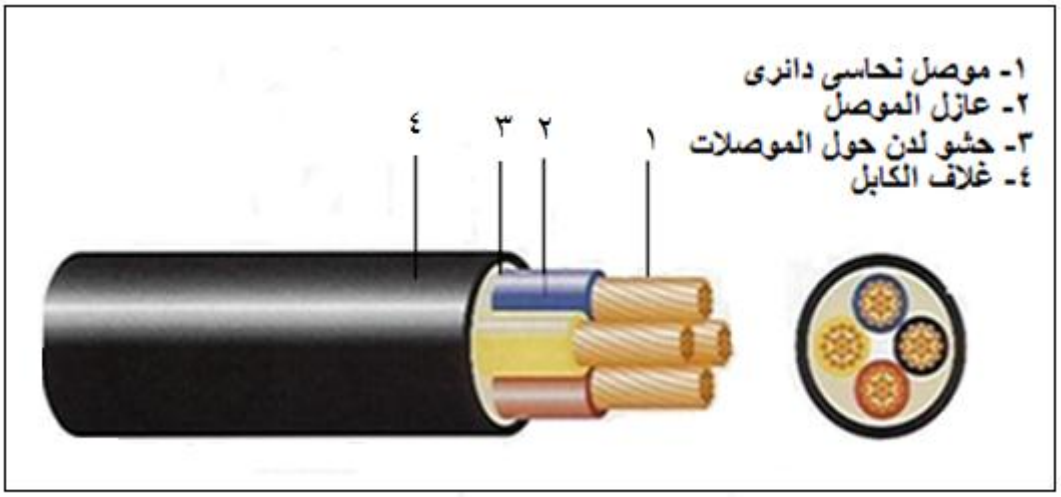
- يجب وضع علامات تحذيرية على أبواب الكهرباء وتكتب باللغة العربية أو الإنجليزية توضح مخاطر وجود كابلات أو آلات عليها جهد كهربي منخفض أو متوسط أو عالي كما بالشكل رقم (١٠) .

الشكل رقم (١٠) : علامات التحذير من مخاطر الكهرباء

- **تجهيز كابلات ربط التوربينات بالشبكة الكهربية وفقا للمواصفات الفنية القياسية:**

إن أفضل الموصلات من الفلزات هي الفضة لكونها الأقل مقاومة ولكن لتكلفتها العالية حال دون استخدامها في صناعة الكابلات الكهربية ولكن اقتصر استعمالها في أطراف التلامسات للوصل والقطع الكهربي، وفي بعض أنواع المصهرات (الفيوزات) أما النحاس فهو الأكثر استعمالا في الموصلات كونه له خاصية توصيل عالية هذا بالإضافة إلى رخص ثمنه مقارنة بالفضة ومن مميزاته قابليته التحملية العالية للشد الطولي ومن الموصلات الأخرى الجيدة نسبيا والتي تعتبر منافسا للنحاس هو الألمنيوم، وذلك لخفة وزنه ورخص ثمنه

مقارنة بالنحاس، ولكن قابليته للتوصيل تبلغ ٦٠% تقريبا من قابلية التوصيل للنحاس، لذا يتم استخدام سلك ذو مساحة مقطع أكبر ليحمل نفس التيار الذي يحمله سلك النحاس ويتم حساب أقصى تيار كهربي يمكن توليده من التوربينة ووفقاً لذلك يتم حساب قطر الكابل المناسب من خلال الجداول المعدة لذلك سواء أكانت كابلات نحاس أو ألمونيوم، كما يوضع في الاعتبار قدرة الكابلات على تحمل درجات الحرارة العالية وطبيعة التربة التي تدفن بها الكابلات والشكل رقم (١١) يوضح نوعية من الكابلات لكابل نحاسي رباعي الأطراف.



الشكل رقم (١١) : مكونات كابل نحاسى رباعى الأطراف

- **تصنيف الكابلات حسب الجهود المنقولة.**

- كابلات الجهد المنخفض حتى ١٠٠٠ فولت.
- كابلات الجهد المتوسط بعد ١ ك. ف حتى ٦٦ ك. ف.
- كابلات الجهد العالـــي بعد ٦٦ ك. ف حتى ١٣٢ ك. ف .
- كابلات الجهد الفائـــق بعد ١٣٢ ك. ف حتى ٥٠٠ ك. ف.

- **المقاطع المختلفة للكابلات:**

فيما يلي جدول يوضح المقاطع المختلفة للكابلات الأرضية المصنوعة من الألمنيوم للجهدين المنخفض والمتوسط وكذلك عدد الشعيرات لكل مقطع والقطر:

كابلات جهد منخفض	عدد الشعيرات	قطر الموصل	كابلات جهد متوسط
٣ ×١٦ + ١٠مم^2	٧	٤.٧ مم	٣ ×١٦ مم^2
٣×٢٥ + ١٦ مم^2	٧	٥.٩ مم	٣ × ٢٥ مم^2
٣ ×٣٥ + ٢٥ مم^2	١٩	٧.٠ مم	٣ ×٣٥ مم^2
٣×٥٠ + ٢٥ مم^2	١٩	٨.٠ مم	٣ × ٥٠ مم^2
٣ ×٧٠ + ٣٥ مم^2	١٩	٩.٧ مم	٣ ×٧٠ مم^2
٣×٩٥ + ٥٠ مم^2	١٩	١١.٤ مم	٣ × ٩٥ مم^2
٣ ×١٢٠ + ٧٠ مم^2	٣٧	١٢.٩ مم	٣ ×١٢٠ مم^2
٣×١٥٠ + ٧٠ مم^2	٣٧	١٤.٣ مم	٣ × ١٥٠ مم^2
٣ ×١٨٥ + ٩٥ مم^2	٣٧	١٦.١ مم	٣ ×١٨٥ مم^2
٣×٢٤٠ + ١٢٠ مم^2	٦١	١٨.٣ مم	٣ × ٢٤٠ مم^2

ويوضح هذا الجدول المقاطع المختلفة والثابتة لكابلات الجهد المنخفض والمتوسط كما انه يوضح عدد شعيرات الموصل وكذلك قطر كل موصل ومن الضروري أن يكون القائم بالعمل في قسم الكابلات الأرضية على دراية بهذه المقاطع وقادر على تحديد مساحة مقطع أي كابل يراه بمجرد النظر وهذا يتطلب خبره طويلة في العمل.

- **مقارنة بين معدني النحاس والألمنيوم:**

أوجه المقارنة	معدن النحاس	معدن الألمنيوم
النقاوة	% ٩٩.٩٨	% ٩٩.٥
درجة الانصهار	١٠٨٣ $^{\circ}$م	٦٦٠ $^{\circ}$م
الشد المسموح به	١٩ كجم / مم^2	١٠ كجم / مم^2
أقصى شد	٤٠ كجم / مم^2	١٨ كجم / مم^2
قابلية الصدأ عند التعرض للعوامل الجوية	يغطى بطبقة صدأ لونها أخضر من أكسيد النحاس وهى مادة عازلة	يفقد لمعانة بسرعة ويغطى بطبقة من أكسيد الألمنيوم وهى مادة عازلة
الاستخدام	خطوط هوائية - كابلات - سرافيل - كوس	خطوط هوائية - كابلات - سرافيل

	- كلبسات - قواعد مصهرات - بارات	- كوس – كلبسات.
المميزات	موصل جيد - يتحمل اجهادات عالية	موصل جيد- طرى- خفيف الوزن-رخيص الثمن
العيوب	ثقيل الوزن - غالى الثمن	سريع التأكسد مقاومته =١.٥ من مقاومة النحاس

- **أعماق دفن الكابلات.**

توضع الكابلات في خنادق يتم حفرها على الأعماق الآتية تبعا لجهد التشغيل على أن توضع طبقة من الرمل ارتفاعها حوالي ١٠ سم فوق الكابل.

- ١ ك . ف ٤٥ سم.
- من ٣.٢ : ١١ ك . ف ٧٠ سم.
- من ٢٢ : ٣٣ ك . ف ١٠٠ سم.

وفى حالة وجود عدد من الكابلات تكون هناك مسافة أفقية في حدود من ٢٠ إلى ٤٠ سم لتلافى تأثير الحرارة الناتجة عن كل كابل وتغطى الكابلات بطبقة أخرى من الرمل ثم بلاطات خرسانية أو طوب ثم طبقة من التراب الناعم بسمك ٢٠ سم ثم الردم والشكل رقم (١٢) يوضح تجهيز مجارى الكابلات وتجهيز مواسير الحماية التي سيتم تمرير الكابلات خلالها.

الشكل رقم (١٢) : تجهيز مجارى الكابلات ومواسير الحماية

- **المواصفات الفنية لاختبار الكابلات:**

- أوصت المواصفة المصرية للكابلات عند اختبار الكابلات بضرورة تغذية الكابلات بجهد مستمر قيمته تعادل ٨٠ % من جهد الاختبار عند بدء التشغيل ولمدة تتراوح ما بين ٥ إلى دقائق وهذه الاختبارات يجب أن تجرى مرة كل عام أو أكثر لكابلات الجهد المتوسط للتأكد من سلامتها.
- عند ظهور أي عيوب في الكابل عند الاختبار يجب تحديد مكان هذا العيب والعمل على إصلاحه .

ثانياً: لوحة التحكم بالتوربينة

أوصت المواصفات العالمية بضرورة تركيب اللوحة في مكان آمن حيث توضع أسفل البرج بداخله إذا كان البرج أنبوبي الشكل أو خارجه في غرفة مستقلة تبنى بمواصفات ويراعي فيها التهوية الجيدة كما يراعى إحكام إغلاق مداخل ومخارج الكابلات جيدا.

- **المواصفات القياسية للوحة التحكم بالتوربينة:**

- يكون هيكل لوحة التحكم مصنوع من مقاطع من الفولاذ ذو قوة كافية لحمل أجزاء اللوحة كما تتحمل الأحمال الميكانيكية الناتجة عن تشغيل المبدلات ومعالجة ضد الصدأ والتآكل .
- تكون الصفائح المكون منها جسم اللوحة من حديد مضاد للصدأ مغطاة بطبقة من الزنك فوقها طبقة من طلاء كرومات الرصاص ويليها طبقتان من الطلاء الرمادي أو الأخضر الرمادي أو البيج المعالج حراريا بواسطة الأفران الخاصة والشكل رقم (١٣) يوضح لوحة التحكم الخاصة بالتوربينة.
- وتتكون من مجموعة من المكونات المجمعة مع بعضها بطريقة مأمونة وتحتوى على بارات التوزيع والمصاهر والمفاتيح والكونتاكتورات وأجهزة الوقاية ومانعة الصواعق كما يتم فصل الأجزاء المكهربة عن بقية مكونات ويمكن بإضافة حواجز للوقاية.
- يتم تصميم مفاتيح التغذية باللوحة على أساس تحملها لتيار القصر على أن تكون مطابقة للمواصفة IEC 60947-1 ويسمح فقط باستخدام قضبان التوزيع النحاسية المطابقة للمواصفة IEC 60446 كما تحتوي لوحة المفاتيح على قضيب للأرضي توصل به جميع أجزاء اللوحة أو أي وحدات أخرى غير الحاملة للتيار وتركب جميع مكونات اللوحة وتثبت بشكل آمن ودائم.
- تتكون قضبان التوزيع باللوحة من أربعة قضبان نحاسية أحدها لخط التعادل ويكون معزولاً عن جسم اللوحة ويتم تحديد قطاعات تلك القضبان تبعاً لجداول التيار المقنن لقضبان التوزيع النحاسية، وتشتمل اللوحة على فراغ كافٍ لربط أطراف كابلات الدخول والخروج، كما تشتمل لوحة التحكم على مقياس للجهد ومفتاح اختيار لقياس الجهد بين الأطوار الثلاثة وأجهزة لقياس شدة التيار على خطوط الأطوار الثلاثة الداخلة إلى اللوحة.

الشكل رقم (١٣) : لوحة التحكم

- **دليل استخدام لوحات التحكم وفقا للمواصفات المحلية:**

يجب وضع علامات إرشادية تكتب على قطع من البلاستيك توضح عمل كل المكونات الكهربية وكذلك ترقم كل الدوائر والأحمال التي تغذيها ويجب أن تكون جميع البيانات باللغة الإنجليزية أو العربية ويلصق مخطط على الباب الداخلي للوحة التحكم توضح المعلومات التالية:

- ✓ المكونات الخاصة في كل دائرة.
- ✓ الحمل الأقصى لكل دائرة بالأمبير.
- ✓ قدرة المفاتيح الفاصلة لكل دائرة بالأمبير.
- ✓ يجب أن ترقم جميع بدايات ونهايات الكابلات وتوضح في الرسومات حسب المنفذ.

ثالثا: منظومة الحماية الكهربية (قواطع الدائرة والمصهرات والمفاتيح)

← قاطع الدائرة الكهربية الدقيق:

قاطع التيار هو مفتاح يعمل ذاتيا، ومصمم لحماية الدائرة الكهربية من زيادة التيار ودائرة القصر الوظيفة الأساسية له هو اكتشاف حالة وجود مشكلة بالدائرة فيقوم ذاتيا بقطع سريان التيار بالدائرة اختلافا عن الفيوز، الذي يعمل لمرة واحدة (في حالة انصهار السلك داخل يجب استبداله)، فإن قاطع التيار يمكن أعادة تشغيله مرة ثانية (أما يدويا أو ذاتيا) ليستمر بالعمل أي مرور التيار من خلاله لإكمال الدائرة الكهربية ويأتي قاطع التيار بأحجام مختلفة مصممة لقيم قصوى للتيار المار بها حسب قيمة التيار المطلوب بالدائرة.

- **أنواع قواطع الدائرة الكهربية في الجهود المنخفضة:**

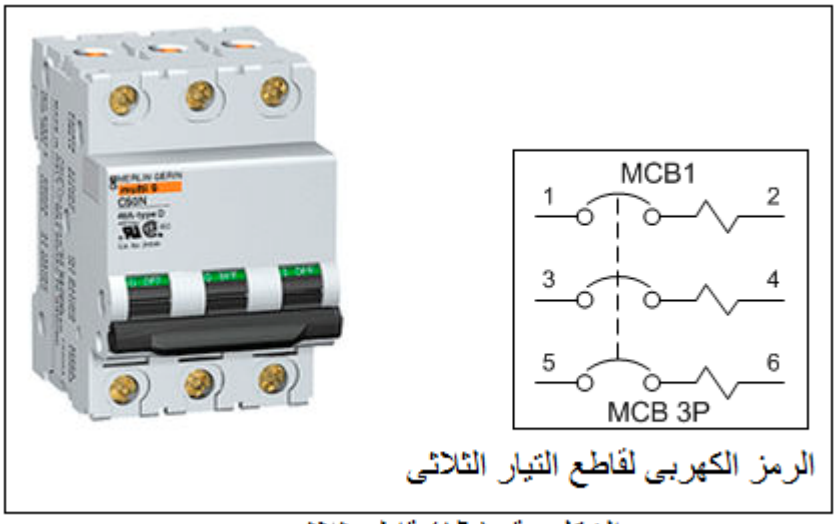
تُتيح قواطع التيار إمكانية الفصل في حالة زيادة الحمل عن المقنن وفى حالة زيادة جهد المنبع عن المقنن ويتم توصيل قاطع التيار على الطرف الحي في الدوائر الكهربية أحادية الوجه أو على الطرف الموجب في دوائر التيار المستمر كما بالشكل رقم (١٤) .

الشكل رقم (١٤) : قاطع أحادى

كما يستخدم قاطع دائرة ثنائي ويتم توصيله على الطرف الحي والأرضي في دوائر التيار المتردد ذو الوجه الواحد وعلى الطرف الموجب والسالب في دوائر التيار المستمر كما بالشكل رقم (١٥).

الشكل رقم (١٥) : قاطع ثنائى

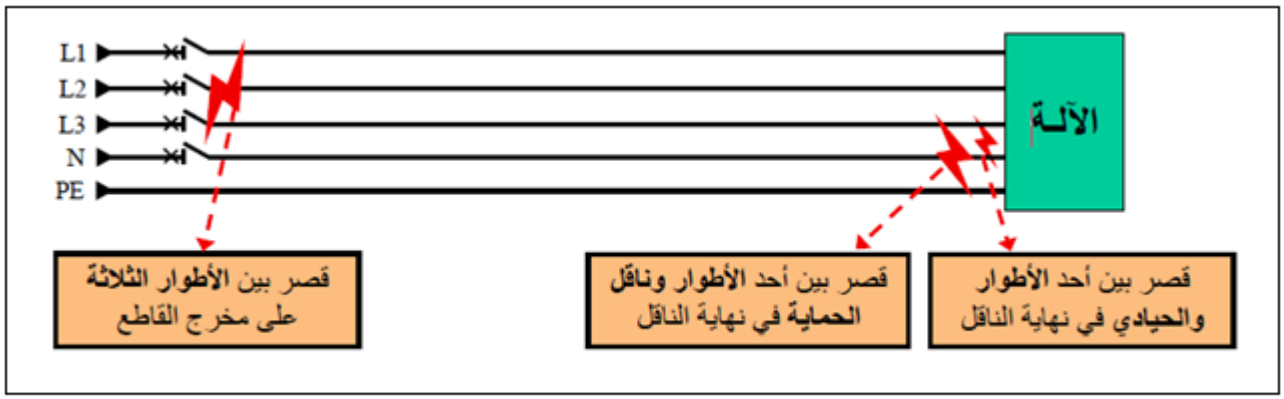
ويتم استخدام قاطع الدائرة الثلاثي في دوائر التيار المتردد ثلاثية الأوجه كما بالشكل رقم (١٦).



الشكل رقم (١٦) قاطع ثلاثى

- **مواصفات قواطع الدائرة في الجهود العالية:**

تعتبر قواطع الدائرة الكهربية من العناصر الرئيسية في خلايا الجهد العالي والتي يمكن أن توصل أو تفصل في حالة وجود تيار الحمل وتيار القصر (هو التيار الناشئ عن حدوث تلامس بين أطراف تحمل تيار) وهى مجهزة بغرف لإطفاء الشرارة الناتجة عن الفصل والتوصيل على تيارات عالية وعندما يحدث قصر في احد عناصر الشبكة يقوم نظام الوقاية مباشرة أو من خلال جهاز وقاية مساعد بإرسال أمر الفصل إلى ملف الفصل Trip Coil (الموجود بداخل قاطع الدائرة) الخاص بقاطع التيار وأمر الفصل عبارة عن القطبية الموجبة (+) للتيار المستمر ويكون ملف الفصل على طرفه الآخر قطبية سالبة (-) فيعمل (يلقط) ملف الفصل ويقوم بتحريك الأجزاء الميكانيكية للقاطع وتتم عملية الفصل وعزل الجزء الذي حدث به **قصر** (قافلة) عن باقي أجزاء الشبكة والشكل رقم (١٧) يبين أحد أنماط القصر.



الشكل رقم (١٧) : يبين أحد أنماط حدوث القصر

وتصمم قواطع التيار لتكون قادرة على فصل تيار أعلى من قيمة تيار القصر المتوقع حدوثه مع وجود معامل أمان كاف مع الأخذ في الاعتبار القيمة المستقبلية لتيارات القصر بعد التوسعات المتوقعة في الشبكة الكهربية.

- **أنماط قواطع الدائرة في الجهود العالية:**

- من حيث الوسط المستعمل لإطفاء الشرارة أثناء فصل الحمل.
- من حيث التشغيل المستعمل في قطع التيار.

أولا: من حيث الوسط المستعمل لإطفاء الشرارة أثناء قطع الطاقة:

١- القواطع الزيتية:

- كثير الزيت.
- قليل الزيت.

الوسط المستعمل في قواطع التيار للنوعين هو زيت المحولات والغاية من استعماله هو إطفاء الشرارة الحادثة عن عملية الفصل والتوصيل وتوجد مواصفات خاصة لهذا الزيت هي :

- درجة قابليته للتجمد منخفضة.
- درجة لزوجته مقبولة.
- درجة تشبعه بالرطوبة قليلة جدا.
- خلوه من المواد الحمضية.
- خلوه من الشوائب.

٢- القواطع الهوائية:

تستعمل هذه الأنواع من قواطع الدائرة والتي يعتمد إطفاء الشرارة فيها على الهواء المضغوط الموجود بالخزان الرئيسي ويضخ هذا الهواء تحت ضغط معين ويتم التحكم فيه بواسطة محابس التخفيض حتى يصل إلى المفتاح بضغط معين وعند مراحل الضغوط المختلفة للمفتاح يحدث ما يلي:

- عند نزول الضغط إلى قيمة معينة يعطى إنذار متقطع.
- عند نزول الضغط إلى قيمة أقل من السابقة يعطى إنذار مستمر .

مع ملاحظة أن معدل التسريب المسموح به ١ بار/ ساعة وعند حدوث تسريب هواء شديد بالمفتاح يتم الآتي:

✓ المحافظة على الهواء الموجود بالخزان الرئيسي بالمحطة وذلك بغلق محبس الهواء الخاص بالمفتاح الموجود عليه التسريب.

✓ إخطار التحكم ومسئولي الصيانة التابع لها المفتاح لعمل اللازم نحو فصل المفتاح السابق.

٣- قواطع الدورة الغازية SF6:

تستعمل هذه القواطع في نظام الجهود العالية حتى جهد ٥٠٠ ك.ف والوسط المستعمل في هذا النوع هو غاز SF6 (سادس فلوريد الكبريت) وخواصه :

- من الغازات الخاملة (لا يساعد على الاشتعال).
- قابليته للعزل عالية وتزداد بزيادة الضغط عليه.

٤- قواطع التيار المفرغة:

تستعمل هذه الأنواع من قواطع الدورة في الشبكة خاصة الجهود المتوسطة (٦.٦/١١ ك.ف) لكون هذه القواطع ذات سعات عالية ويتم الفصل والتوصيل داخل غرفة مفرغة من الهواء نظرا لعدم وجود مادة قابلة للاشتعال ولعدم وجود وسيط لنقلها.

ثانيا : من حيث الوسط المستعمل في قطع التيار:

أ- التشغيل بالهواء المضغوط :

وهو يستخدم في المفاتيح الهوائية ذات الضغوط العالية (٦٦/٢٢٠ ك.ف) ويعتمد على الهواء المضغوط في الفصل والتوصيل.

ب- التشغيل الهيدروليكي (الزيت المضغوط بالنيتروجين) :

ويستخدم في المفاتيح التي يستعمل فيها غاز SF6 (الغازية) لإطفاء الشرارة ويعتمد على الزيت الهيدروليكي ذو المواصفات الخاصة والذي يعطى ضغطا يقابله ضغط غاز النتروجين والذي يعمل في هذه الحالة عمل بأي التوصيل والفصل .

جـ - قواطع التسرب الأرضى:

- يجب أن يكون القاطع طبقا للمواصفات البريطانية BS-4293 أو الألمانية VDE-0664 أو ما يعادلها طبقا للمواصفات المحلية وتكون من نوع سيمنس أو ما يعادله لأهمية وضع الجهاز في المنظومة الكهربية.
- تكون مغلفة بغلاف قادر على تحمل العمل الكثيف وتكون الأجزاء الميكانيكية مغلفة ويمنع الوصول إليها.
- يجب أن تكون حساسية القاطع عالية عند حدوث تسرب تيار للأرض في حدود ٣٠ ميللي أمبير.
- يجب أن يكون كل من وضع التوصيل (ON) ووضع الفصل (OFF) مميزا بوضوح.

← المصهرات (الفيوزات) :

هو عبارة عن وسيلة تركب على التوالي بالدائرة مع الأجهزة وبها سلك رفيع مصمم بحيث يسمح بمرور قيمة قصوى للتيار خلاله، زيادة التيار المار به يؤدي إلى انصهار السلك وفتح الدائرة (open circuit) ويستخدم المصهر لحماية الأسلاك والأجهزة من زيادة التيار المار بالدائرة عن قيمة معينة ويعتبر المصهر (الفيوز) الحلقة الضعيفة في السلسلة، حيث إن السلك القابل للصهر يثبت على التوالي مع دائرة التوصيلات الرئيسية وفي حالة الحمل الزائد أو حدوث دائرة قصر فان الزيادة في التيار تؤدي إلى انصهار السلك ووفقاً للمواصفة القياسية IEC 60269-1 يعتبر المصهر(الفيوز) هو أكثر الوسائل استعمالا للحماية والشكل رقم (١٨) يوضح مجموعة من المصهرات .

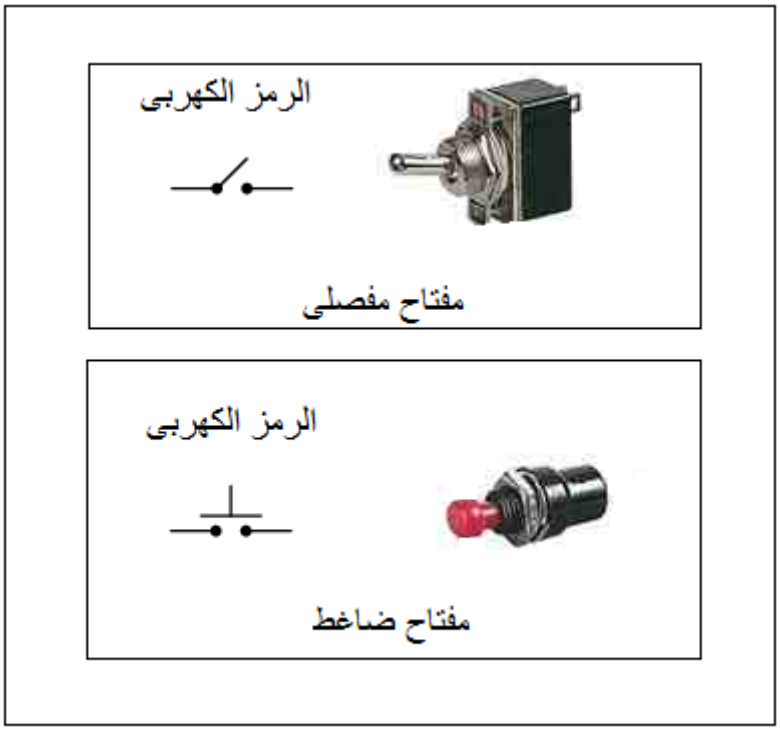
الشكل رقم (١٨) : مجموعة من المصهرات

وعند احتراق الفيوز يجب البحث عن العطل أو السبب وراء احتراقه وعند العثور على العطل يجب أصلاح العطل و يجب تغيير الفيوز المنصهر بأخر سليم بنفس القيمة السابقة حيث لا يجب استخدام فيوزات ذات قيم تيار أكبر أو ذات جهد تشغيل أقل من الفيوز المنصهر كما يجب أن يتبع الفيوز الجديد نفس المعايير التي توصف الفيوز المنصهر.

← المفتاح الكهربي:

هو جهاز يعمل على قطع وتوصيل الدائرة الكهربية (فصل وقطع التيار) أو تغيير مسار التيار وهو يتكون من نقطتين توصيل أو أكثر متصلين بأسلاك الدائرة، مركبين على عازل بحيث يمكن أن يتم توصيلهما أو إبعادهما عن بعضهما البعض بواسطة وسيلة تشغيل، والتشغيل الأمثل للمفتاح يجب ألا يكون هناك انخفاض (فقد) في الجهد عند غلق المفتاح (وضع التوصيل)، وأن يكون التوصيل والفصل لحظيا، لا يحدث شرارة عند غلق وفتح المفتاح.

المفتاح يمكن أن يستخدم بواسطة شخص للتحكم في إشارة لنظام، مثل مفتاح لوحة الحاسب، أو التحكم في إضاءة مصباح كهربي، أو تشغيل جهاز ويمكن أن يتم التحكم فيه ذاتيا بالماكينات عن طريق دائرة تحكم إليكترونية ويمكن للمفتاح الكهربي أن يعمل عن طريق حساسات ومشغلات والشكل رقم (١٩) يبين نوعين من المفاتيح الكهربية.



الشكل رقم (١٩): بعض أنواع المفاتيح اليدوية شائعة الاستعمال

رابعا: محطة المحولات

تعتبر محطات تحويل المحولات حلقة الوصل الحيوية للنظام الكهربي لشبكة النقل الكهربي ،حيث تربط بين محطات توليد الطاقة الكهربية المختلفة وبين مراكز توزيع الأحمال وتتواجد محطات توليد الطاقة قرب مصادر الطاقة مثل البترول والغاز وكذلك مصادر المياه (لتوليد الطاقة والتبريد) وكذلك مزارع الرياح ولبعد هذه المواقع عن الأحمال يتطلب إنشاء محطات تحويل لرفع الجهد للمحافظة على التيار الكهربي والذي تم توليده من الفقد في خطوط النقل الطويلة حيث إن الفقد في التيار الكهربي على طول خطوط النقل يساوى مربع شدة التيار في قيمة مقاومة خطوط النقل وهى بالطبع قيمة كبيرة جدا فيتم رفع الجهد لتقليل التيار المنقول ويتم أيضا إنشاء محطات تحويل لخفض الجهد عند المستهلكين وتوزيعها في شبكات كهربية ذات جهد منخفض للاستخدام .

- **دور محطات التحويل في الشبكة الكهربية:**

- رفع جهد خطوط النقل المربوطة مع محطات التوليد مثل مزارع الرياح.
- ربط محطات التوليد كمزارع الرياح مع منظومة الشبكة الكهربية.
- تخفيض جهد الشبكة الكهربية من اجل توزيعها في كابلات وخطوط نقل متعددة الجهود.
- تنظيم جهد خطوط النقل بواسطة مبدل الجهد على الحمل.
- تحسين معامل القدرة بواسطة مجموعة المكثفات.
- تحسين الجهد بواسطة المحاثات (Reactors).
- تحتوي على الحمايات الخاصة للمولدات والمحولات والخطوط والمغذيات.
- تنظيم وتحديد مقدار القدرة المنقولة بالنظام وكذلك فصل الأحمال حسب أهميتها في حالة حدوث نقص بتوليد الطاقة.

- **مكونات محطة المحولات:**

الشكل رقم (٢٠) يبين جزء من مكونات محطة المحولات بموقع طاقة الرياح بالزعفرانة والتي يتم ربط مزارع الرياح عليها تمهيداً لنقل الطاقة المنتجة إلى مناطق التوزيع والاستهلاك.

الشكل رقم (٢٠) : جزء من محطة محولات موقع الزعفرانة

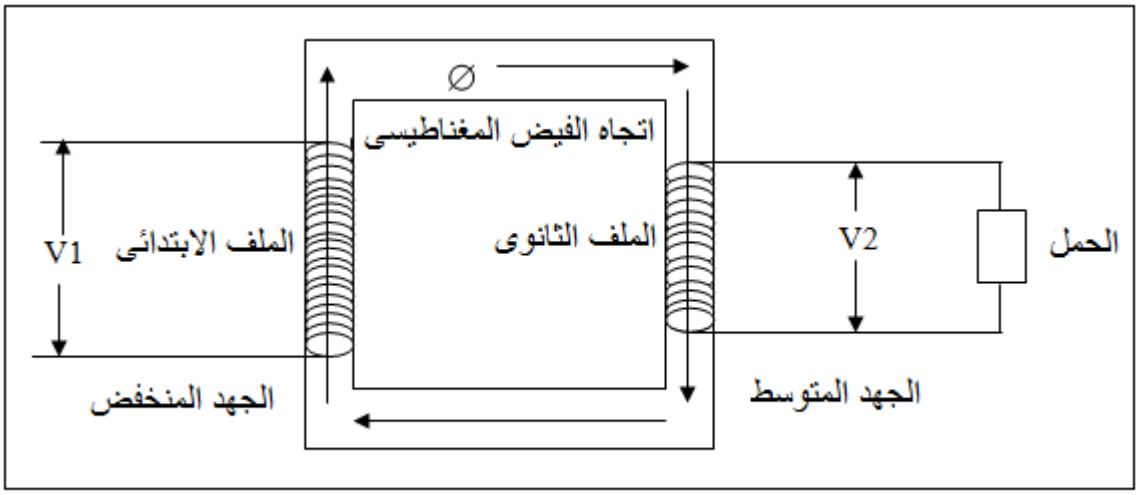
وتتكون محطة المحولات من :

- ✓ المحولات.
- ✓ لوحات التوزيع وخلايا الدخول والخروج وخلايا الربط.
- ✓ سكاكين الفصل والتوصيل.
- ✓ قضبان التوزيع.
- ✓ أجهزة القياس.
- ✓ أجهزة الحماية ضد الصواعق الكهربية.

- **المحولات:**

تعتبر المحولات هي الجزء الرئيسي في محطة المحولات وتقوم بخفض ورفع الجهد وتوجد بالشبكة الكهربية محولات ذات قدرات مختلفة تعتمد على قدرة الأحمال المطلوب تغذيتها.

تعتمد نظرية العمل على انه إذا سلط جهد متردد على ملف ابتدائي فإنه يمر به تيار يؤدى إلى مجال مغناطيسي متردد تتجمع كل خطوطه داخل القلب الحديدي وتخترق الملفات الثانوية فتتولد فيها قوة دافعة كهربية وعند تحميل الملف الثانوي يمر به تيار متردد والشكل رقم (٢١) يبين الجهد المنخفض والمتوسط في دائرة المحول.



الشكل رقم (٢١) : الجهد المنخفض والمتوسط فى المحول

- **لوحات التوزيع الكهربية وخلايا الدخول والخروج:**

يجب أن تكون لوحات التوزيع كما بالشكل رقم (٢٢) وخلايا الدخول والخروج من حيث الصنع والمكونات مطابقة لأحدى الموصفات القياسية التالية أو ما يعادلها من المواصفات المحلية :

- المواصفات القياسية البريطانية رقم (BS 5486: PART 1)
- مواصفات هيئة الكهرباء الدولية رقم (IEC-439-1)
- مواصفات الكهرباء الألمانية رقم (VDE-0660) أو رقم (VDE-0659)

الشكل رقم (٢٢) : لوحة التوزيع

هيكل ومحتويات لوحة التوزيع:

- وفقا للمواصفات القياسية العالمية والمحلية يكون هيكل لوحة التوزيع مصنوع من مقاطع من الفولاذ ذو قوة كافية لحمل أجزاء اللوحة كما تتحمل الأحمال الميكانيكية الناتجة عن تشغيل المبدلات ومعالجة ضد الصدأ والتآكل .
- تكون الصفائح المكون منها جسم اللوحة من حديد مضاد للصدأ مغطاة بطبقة من الزنك فوقها طبقة من طلاء كرومات الرصاص ويليها طبقتان من الطلاء الرمادي أو الأخضر الرمادي أو البيج المعالج حراريا بواسطة الأفران الخاصة.
- يجهز غلاف لوحة التوزيع الرئيسية بأبواب قاسية مزودة بأقفال ومفاتيح .
- في الحالات التي تتضمن لوحة التوزيع أجهزة قياس يجب أن تزود كاملة مع أجهزة القياس والقواطع والقضبان والمصهرات ومصابيح البيان والمرحلات (Relays) وكل ما يتطلبه الأداء الكامل.
- يجب أن يكون التمديد الداخلي كاملا ومرتبا ومحددا وأن تكون الأسلاك ذات مقاطع صحيحة مثبتة إلى بعضها أو إلى جسم اللوحة وغير ذلك وأن تكون أقصر ما يمكن وبخطوط مستقيمة وأن لا تترك أطوال منها سائبة أو زائدة.
- بعد تركيب اللوحة وتوصيلها إلى الكابلات والأسلاك يجب تثبيت جدول دليلي مع مخطط تمثيلي على الباب الداخلي للوحة ليبين جميع الكابلات والقواطع والمبدلات الداخلة والخارجة من اللوحة ويجب أن تعطى المغذيات أسماء أو أرقام تحدد اتجاهها وأماكن تغذيتها وكذلك أن تبين مقاطع الأسلاك أو الكابلات المرتبطة باللوحة.

خلايا الدخول:

تتكون خلايا الدخول في الغالب من ٤ خلايا يتم تغذيتها من محولين مختلفين لضمان التغذية المستمرة في حالة خروج محول من الخدمة أو لإجراء الصيانة الدورية على المحول ومن هنا لابد من وجود رابط القطبان (BC) لإجراء هذه العملية.

خلايا الخروج:

في الغالب تتكون من ٨ خلايا خروج إلى محولات التوزيع في الشوارع (الأكشاك) والتي بدورها تغذى المستهلكين كما يوجد فاصل بين اللوحات وبعضها لكي يتم تغذية المشتركين من المحول الآخر في حالة فصل المحول الأول ويفضل أن تكون هذه النقطة عند منتصف الأحمال لضمان تساوى التغذية على المشتركين كي لا يقل الجهد على أخر مشترك (أخر محول) في أي من الطرفين والشكل رقم (٢٣) يبين جزء من خلايا الدخول والخروج.

الشكل رقم (٢٣) : جزء من خلايا الدخول والخروج

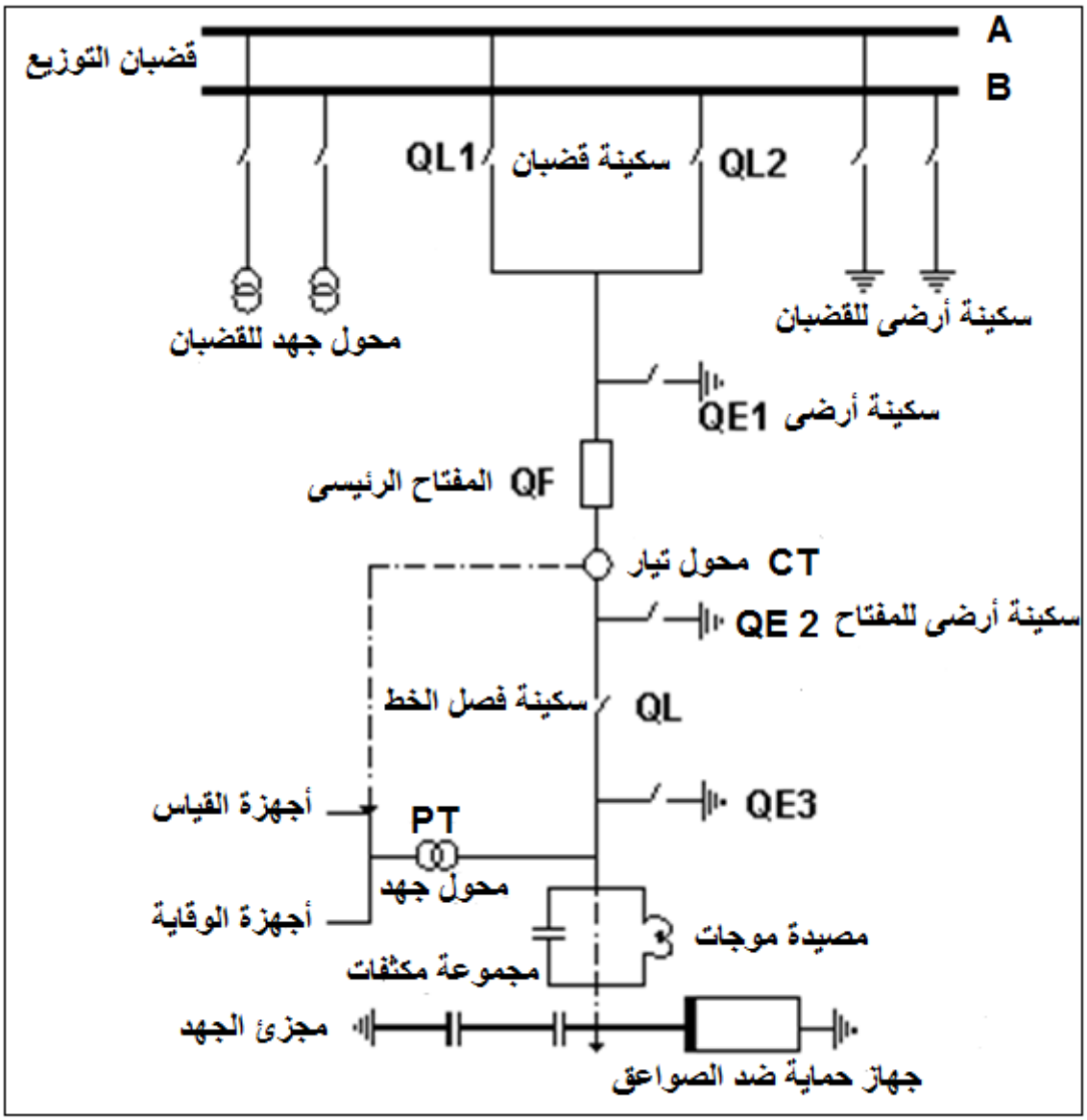
سكاكين الفصل والتوصيل:

تعتبر سكاكين الفصل والتوصيل من عناصر الخلايا الكهربية ويمكن فصلها وتوصيلها في حالة وجود جهد ولكن عند عدم وجود تيار سواء كان تيار حمل أو تيار قصر أي أنه في كل الأحوال لا يتم فصل السكينة إلا بعد فصل قاطع التيار لذلك عند إجراء عمليات الفصل والتوصيل (المناورات) يتم فصل القاطع أولاً ليتحمل الشرارة الناتجة عن الفصل وبعد ذلك يتم فصل السكاكين لإتمام عزل الجزء المراد فصله أما في حالة التوصيل فيتم أولاً توصيل السكاكين ثم يتم توصيل القاطع ليتحمل الشرارة الناتجة عن توصيل التيار.

ومن أنواع السكاكين:

- ✓ سكاكين القضبان QL1 & QL2.
- ✓ سكاكين الخط وسكاكين الأرضي.

وتدخل السكاكين في عمل نظام الوقاية عن طريق نقط التلامس الفرعية خصوصا وقاية القضبان والشكل رقم (٢٤) يبين سكاكين الفصل ضمن مكونات الخلية.



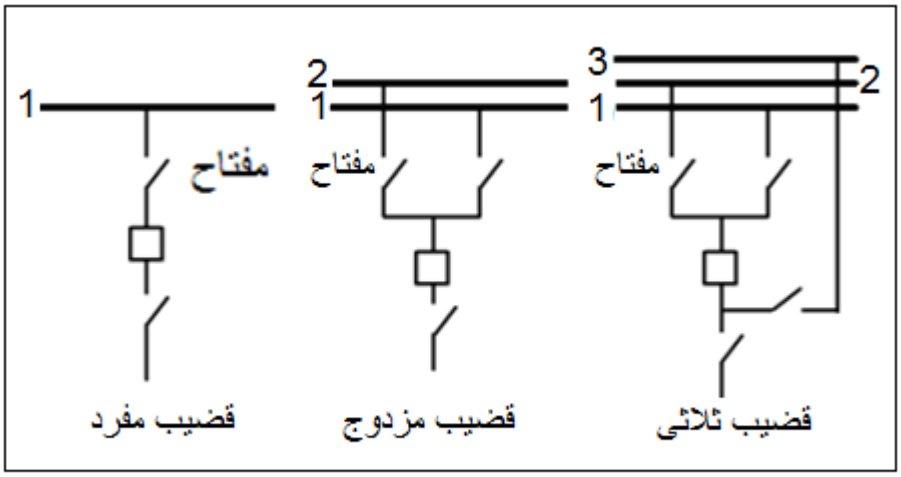
الشكل رقم (٢٤) : يبين سكاكين الفصل والتوصيل ضمن مكونات الخلية

- **قضبان التوزيع:**

- تكون القضبان العمومية مطابقة للمواصفات البريطانية القياسية رقم (BS159) أو ما يعادلها تبعا للمواصفات المحلية .
- تكون القضبان العمومية ذات بنية ميكانيكية متينة بحيث يكون قادرا على تحمل الاجهادات الميكانيكية والكهربية الناتجة من الدائرة الكهربية القصيرة (Short Circuit) .
- تكون القضبان العمومية محمية من إمكانية اللمس عن طريق الخطأ بواسطة ألواح عازلة شفافة.
- تستخدم قضبان التوزيع بصفة أساسية في توزيع الطاقة وتستخدم قضبان التوزيع المزدوجة في الجهود العالية ومن مميزات هذا النوع استمرار التغذية عند إجراء الصيانة على أحد القضبان وتوجد فواصل طويلة في

القضبان تستخدم في عزل جزء معين من القضبان لإجراء الصيانة المطلوبة مع استمرار التغذية على الأجزاء الأخرى للقضبان ووجود سكينه الأرضي الخاصة بالقضبان لتوصيلها أثناء عمل الصيانة.

- وعادة تصنع موصلات القضبان من النحاس تبدأ بمساحة مقطع ١٥٠ مم٢.
- والإشكال التالية توضح الأنواع المختلفة لقضبان التوزيع جهد ٦٦، ٢٢٠ ك.ف الموجودة بالشبكة ويوجد على كل قضبان التوزيع محول جهد خاص بها لمعرفه جهد القضبان أثناء التشغيل وكذلك للتأكد من عدم وجود جهد على القضبان بعد مناورة عزل القضبان ويتم يربط القضبان ببعضها عن طريق مفتاح رئيسي وسكاكين قضبان والشكل رقم (٢٥) يوضح الأنواع المختلفة لقضبان التوزيع.



الشكل رقم (٢٥) : قضبان التوزيع

مواصفات قضبان التوزيع:

- ✓ لها قدرة توصيل كهربية عالية.
- ✓ تمتاز بالخفة والمتانة ومقاومة الإجهاد.
- ✓ لها قدرة توصيل حرارية عالية.

- **أجهزة القياس:**

أولا : على خلايا الدخول:

- جهاز قياس الجهد (فولتميتر) ويتغذى من وحدة محول الجهد (V.T)
- جهاز قياس شدة التيار (الأميتر) ويتغذى من وحدة محول التيار (C.T).
- جهاز قياس القدرة الفعالة (وات ميتر) ويتغذى من V.T + C.T
- جهاز قياس القدرة الغير الفعالة (فار ميتر) ويتغذى من V.T + C.T
- جهاز قياس معامل القدرة (P.F) ويتغذى من V.T + C.T
- جهاز قياس الطاقة الفعالة (وات ساعة ميتر) ويتغذى من V.T + C.T

- جهاز قياس الطاقة الغير فعاله (فار ساعة ميتر) ويتغذى من V.T + C.T
- جهاز قياس الذبذبة (Hz) ويتغذى من V.T

ثانيا : على خلايا الخروج:

- جهاز قياس شدة التيار (الأميتر) ويتغذى من C.T
- جهاز قياس الطاقة الفعالة (وات ساعة ميتر) ويتغذى من V.T + C.T
- جهاز قياس الطاقة الغير فعاله (فار ساعة ميتر) ويتغذى من V.T + C.T

- **مانعات الصواعق:**

وهى عبارة عن مقاومة غير خطية أي أنها لا تخضع لقانون أوم ومنها نوعين الأول السيليكونى والثاني الزنكي، والثاني أكثر استعمالا في الجهود العالية وتعتمد نظرية استخدامها أنها في حالة التشغيل العادية تمثل الممانعة كمقاومة لانهائية وبزيادة الجهد عن الجهد المقنن نتيجة الظواهر العابرة (الصواعق الكهربية - الفصل والتوصيل) تبدأ قيمة المقاومة في النقصان السريع ويتم تسريب هذه الشحنة إلى الأرض ثم تعود إلى حالتها الطبيعية (مقاومة لانهائية) والمقاومة تتناسب عكسيًا مع الجهد .

خامساً: مكونات منظومة التأريض

يتكون نظام التأريض مما يأتي:

١- تربة الأرض .

٢- الكترود التأريض .

٣- موصلات التأريض .

٤- تجهيزات الوصل والربط .

- **تربة الأرض.**

هي التربة التي يوضع فيها الكترود التأريض وتختلف كل تربة في طبيعتها فمنها التربة الطينية والرملية والصخرية ومنها الجافة والرطبة ومنها التي تحتوي علي أملاح ومعادن وكل هذه العوامل تؤثر في مقاومة تربة الأرض والتي يمر فيها تيار الخطأ من خلال الكترود التأريض.

عند دفن الكترود التأريض في الأرض توجد طبقات قشرية من الأرض ملاصقه لبعضها حوله وعند حدوث الخطأ الأرضي يتدفق التيار من الالكترود إلى الأرض في جميع الاتجاهات عموديا علي طول القضيب أي من خلال المساحة السطحية لكل قشرة اسطوانية حول الالكترود والذي يلاقي مقاومة أرضية اقل كلما ابتعد عن

الالكترود وبالدراسة والقياسات والأبحاث أظهرت أن مقاومة القشرة الأرضية الواقعة حول الالكترود تكون مساوية للصفر بالنسبة للاكترود تقريبا وعلي ذلك يكون تدفق تيار الخطأ داخل الأرض بسهولة ولمسافات بعيدة معتمدا علي طبيعة مقاومة التربة.

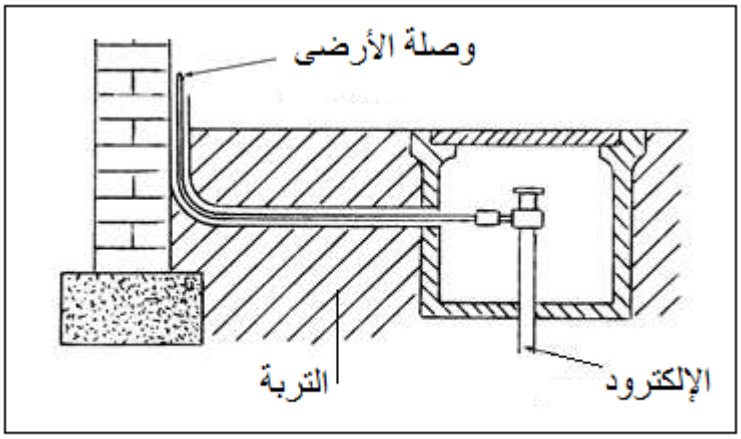
مقاومة التربة تتغير بتغير نوع التربة وما تحتويه من أملاح ومعادن ومحتوي الرطوبة والمياه السطحية ومستوي العمق من سطح الأرض ودرجة الحرارة وعلي ذلك يلزم قياس مقاومة التربة في فترات متباعدة وذلك للتأكد من القيم الصحيحة المطلوبة والمقاومة الجيدة لا تزيد عن ٢ أوم والشكل رقم (٢٦) يوضح جهاز قياس الأرضي.

الشكل رقم (٢٧) : جهاز قياس الأرضى

- **الكترود التأريض :**

الكترود التأريض هو قطعة معدنية بأشكال مختلفة والمدفونة في التربة علي عمق مناسب وبحجم معين وهي وسيلة التوصيل بين تربة الأرض وموصل التأريض والإلكترودات وهي قطع معدنية يتم تصنيعها أو تجهيزها لغرض دفنها في الأرض واستعمالها في نظام التأريض كما بالشكل رقم (٢٨) ويوجد علي أشكال عديدة منها:-

- ✓ القضبان المعدنية المدفونة في الأرض.
- ✓ قضبان من الصلب محاطة بخرسانة مسلحة.
- ✓ الموصلات والشرائح المعدنية والأسلاك المدفونة في الأرض.



الشكل رقم (٢٨) : الكترود التأريض

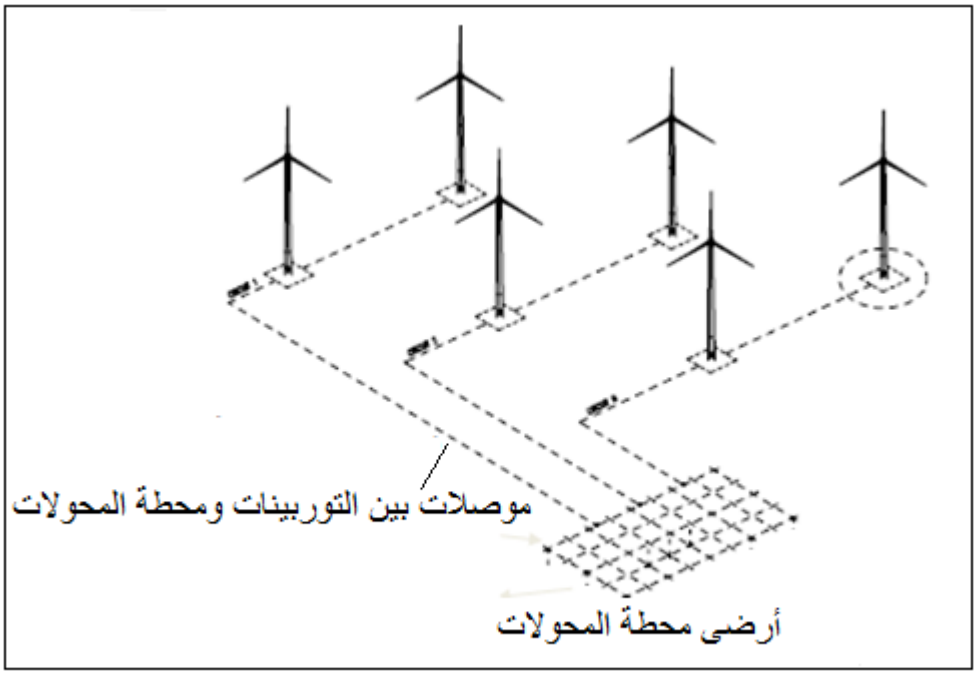
القضبان المعدنية المدفونة في الأرض:

هي قضبان أو أنابيب من الصلب المجلفن لكي تتحمل عملية الدفع داخل الأرض ولمقاومة التأكسد والتآكل أو من الصلب الملبس بالنحاس لكي يجمع بين القدرة علي التحمل الميكانيكي اللازم لدفع القضيب داخل التربة إلي أعماق كبيرة وبين التلامس الجيد والآمن بين الطبقة النحاسية الخارجية لسطح الالكترود وسلك التأريض النحاسي وبذلك يمكن تجنب التآكل الكيميائي الناتج من اختلاف الأنودية للمعادن المختلفة والذي يؤدي إلى التآكل الكيميائي.

الطول القياسي لقضيب التأريض حوالي ٢٤٠ سم بقطر حوالي ١٦ مم ويكون القضيب في هذه الحالة مقسم علي عدة أجزاء تربط مع بعضها بمرابط وجلب خاصة أثناء عملية الدفع داخل الأرض ويمكن دفنه بالكامل تحت سطح الأرض أو إظهار جزء صغير منه وكلما زاد طول القضيب كلما قلت مقاومة الأرض الكلية.

- **تأريض التوربينات:**

لضمان تنفيذ شبكة أرضى جيدة يمكن ربط بعض مكونات مزرعة الرياح ببعضها مثل التوربينات والمحولات كما بالشكل رقم (٢٩).



الشكل رقم (٢٩) : ربط أرضى التوربينات بأرضى المحولات

سادساً:منظومة الحماية من الصواعق الكهربية

الصواعق الكهربية وطرق الحماية منها:

تنشأ الصواعق نتيجة لتكوّن الشحنات الكهربية الساكنة واستقطابها في الغيوم الرعدية. وتتكون الغيوم الرعدية إما نتيجة ازدياد درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض وتحركه للأعلى ومن ثم تحرك هواء بارد رطب من طبقات الجو العليا إلى الأسفل، وإما بسبب تصادم كتلة هوائية باردة محملة بالرطوبة مع كتلة هوائية ساخنة.

وإذا كانت آلية تكون الغيوم معروفة اليوم جيداً فإن كيفية تكون الشحنات في الغيوم الرعدية واستقطابها ما زالت غير مؤكدة نهائياً، ومع ذلك فإن أكثر النظريات تؤكد أن الطبقات العليا من الغيوم الحاوية بلورات مائية متجمدة تكتسب الشحنات الموجبة في حين تكتسب الطبقات السفلى الحاوية قطرات مائية سائلة الشحنات السالبة ومن هنا يكتسب سطح الأرض الأقرب للطبقات السفلى من الغيوم شحنات موجبة، مما يكوّن فرق جهد كبير بين الغيوم وسطح الأرض لأن الغيوم الرعدية منخفضة وقريبة من سطح الأرض ومع استمرار ونمو الغيوم الرعدية يزداد فرق الجهد بينها وبين الأرض إلى أن يصل هذا الفرق إلى قيمة يحدث عندها تفريغ للشحنات إلى الأرض، أي حدوث الصاعقة الرعدية ويمكن أن تكون الغيوم المتجاورة أيضاً مشحونة بشحنات كهربية

مختلفة مما يسبب حدوث تفريغ للشحنات فيما بينها، أي حدوث الصواعق ضمن الغيوم وعدم وصولها إلى الأرض.

ولحسن الحظ فإن النسبة الكبرى من الصواعق تحدث ما بين الغيوم ولا تؤدي إلى خطورة مباشرة تذكر، في حين لا تتعدى نسبة الصواعق الخطرة التي تصل إلى الأرض ١٠-١٥% من مجموع الصواعق الجوية ومع أن هذه النسبة تبدو صغيرة إلا أن الصواعق المذكورة تسبب في حال إصابتها المباشرة للأبنية والمنشآت والأشخاص وغير ذلك، أضراراً جسيمة تترافق غالباً بحدوث الحرائق بسبب التيارات العالية التي تسري في مكان حدوث الصاعقة والتي يمكن أن تصل إلى عشرات الكيلو أمبير كما يمكن أن تسبب الصواعق الجوية تأثيرات سلبية غير مباشرة خاصة على التجهيزات الكهربية والإلكترونية من تسببها بزيادة في نسبة الجهود الداخلية على هذه الأجهزة يمكن أن تسبب أضراراً جسيمة أو تلفاً لهذه التجهيزات.

وتجدر الإشارة إلى أن حدوث الصواعق يتفاوت جغرافياً من منطقة إلى أخرى، لذلك يتم عادة وضع خرائط جغرافية يظهر عليها توزيع الصواعق الجوية ونسب حدوثها.

بناءً على ما تقدم، تقتضي القواعد والمعايير الفنية اتخاذ الإجراءات اللازمة للحماية من الأخطار المحتملة للصواعق وذلك وفقاً للمنطقة الجغرافية ومجموعة أخرى من العوامل ويمكن اعتماد أحد النظم العالمية للحماية من الصواعق كنظام IEC 61024-1-2 أو النظام البريطانيBSCP 326:1496 أو النظام الألماني VDE 0675.

عندما تضرب الصاعقة الكهربية إحدى توربينات الرياح كما بالشكل رقم (٣٠) يمر التيار الكهربي الكبير من خلال منظومة التأريض الجيدة بالتوربينة إلى الأرض وبذلك نحمى التوربينة من الدمار حيث يتم خلق مسار جيد لمرور التيار الكهربي إلى الأرضي ويزداد الأمر أهمية عند تركيب التوربينات في مناطق يكثر فيها حدوث ظاهرة البرق خاصة البلاد الأوروبية والتي يمر فيها فصل الشتاء بتقلبات مناخية شديدة.

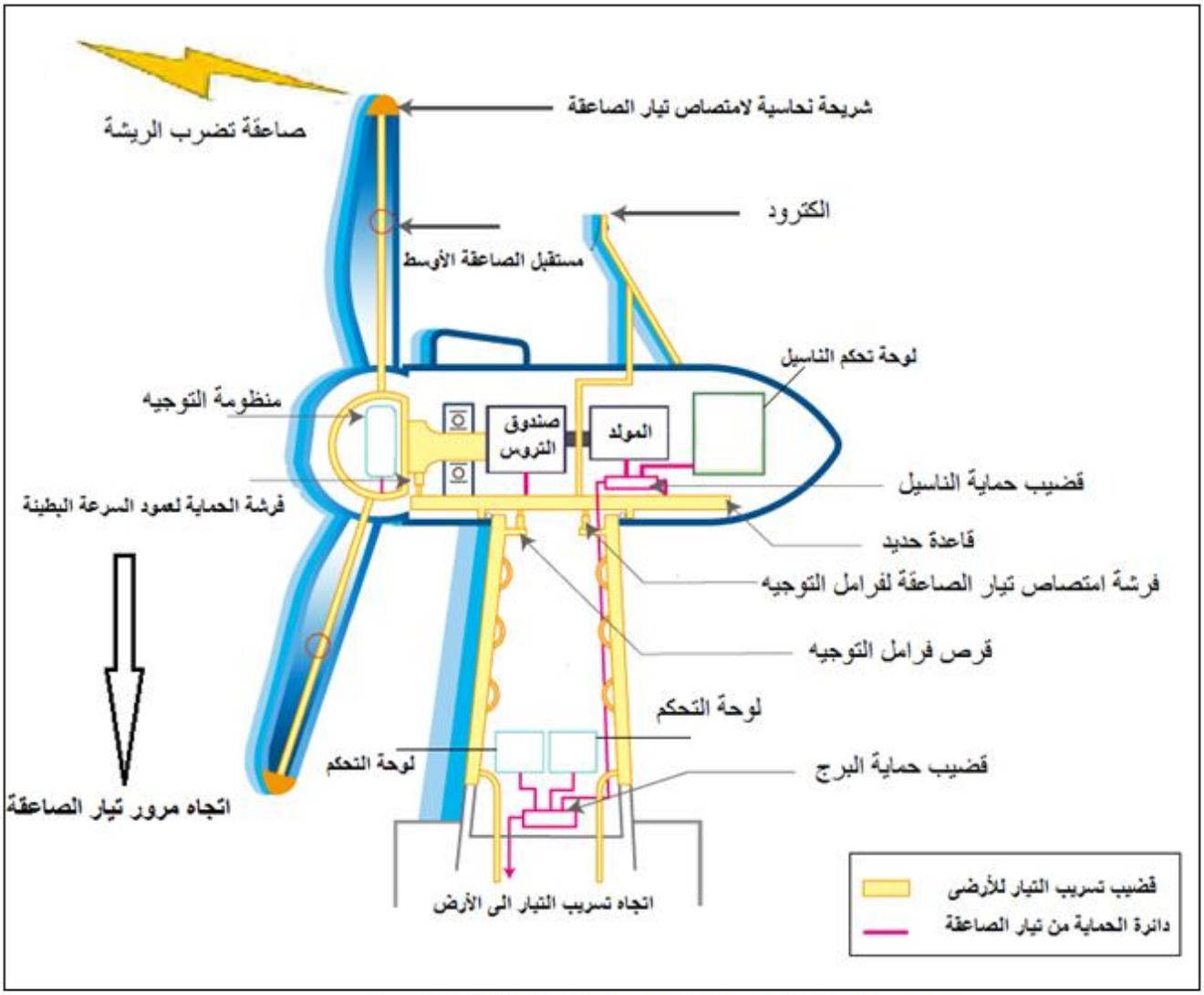
- **حقائق عن الصاعقة (البرق):**

  - شدة التيار في الصاعقة تبلغ تقريباً ٣٠,٠٠٠ أمبير.
  - جهد التيار ١ بليون فولت.
  - سرعة الصاعقة تبلغ ٢٢٠,٠٠٠ كيلومتر/ساعة.
  - درجة الحرارة تبلغ ٣٠,٠٠٠ درجة مئوية.

- مقدار الطاقة بها حوالي ميجا جول.

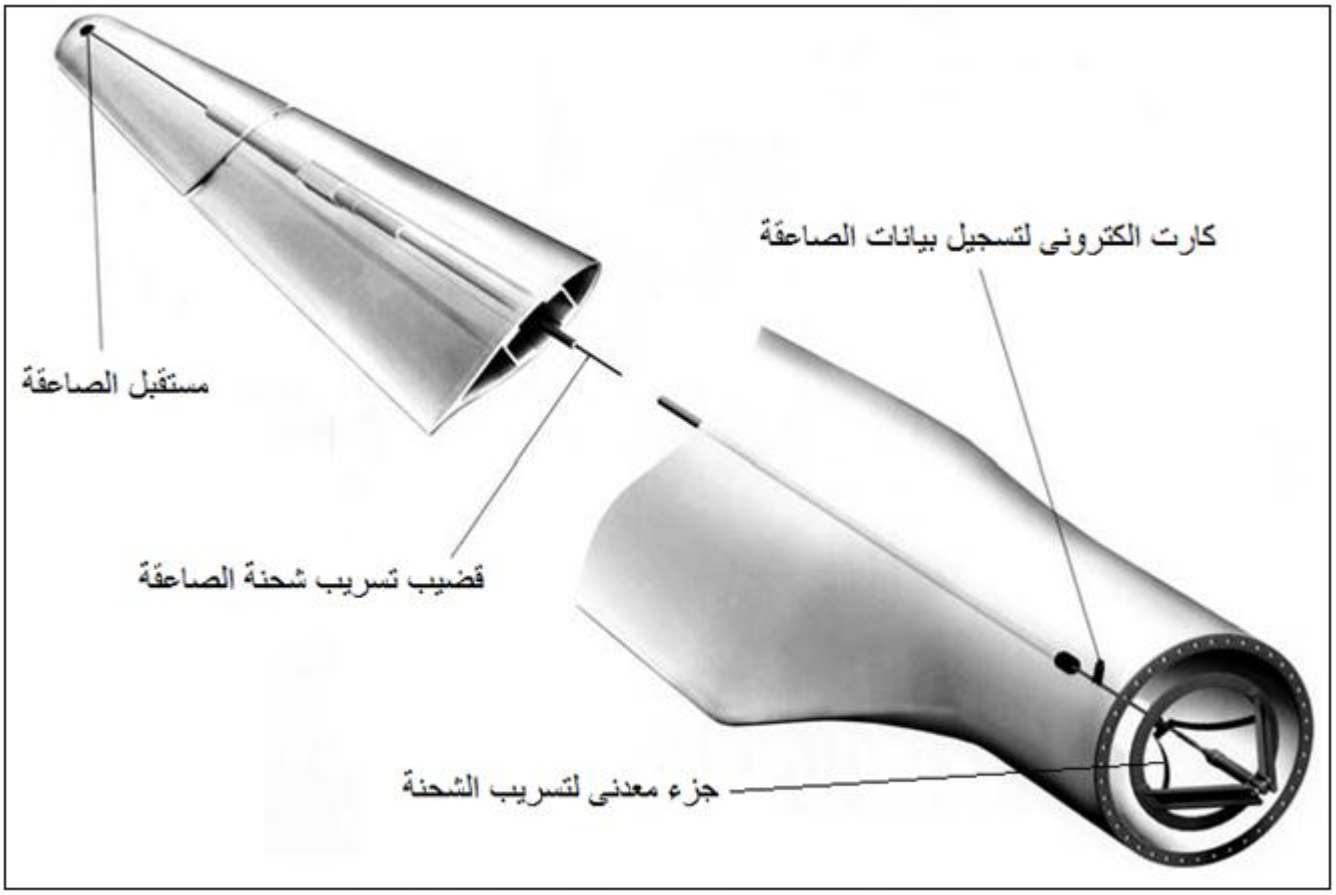
الشكل رقم (٣٠) : صاعقة تضرب توربينة

والشكل رقم (٣١) يوضح مكونات أجهزة الحماية بالتوربينة ومسار تسرب التيار الكهربي الناتج عن الصاعقة إلى الأرض.



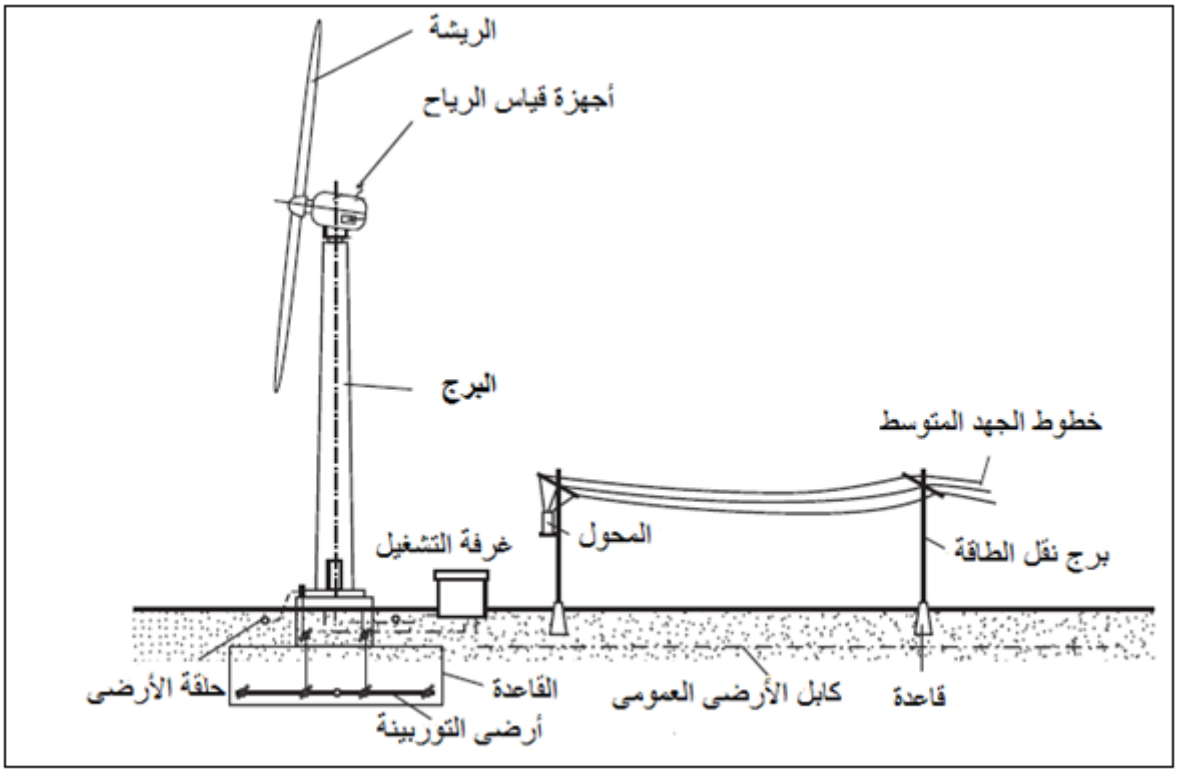
الشكل رقم (٣١) مسار مرور تيار الصاعقة الى الأرض

كما يبين الشكل رقم (٣٢) إحدى ريش التوربينة وبه مكونات نظام الحماية من الصاعقة.



الشكل رقم (٣٢) : مكونات أجزاء الحماية بالريشة

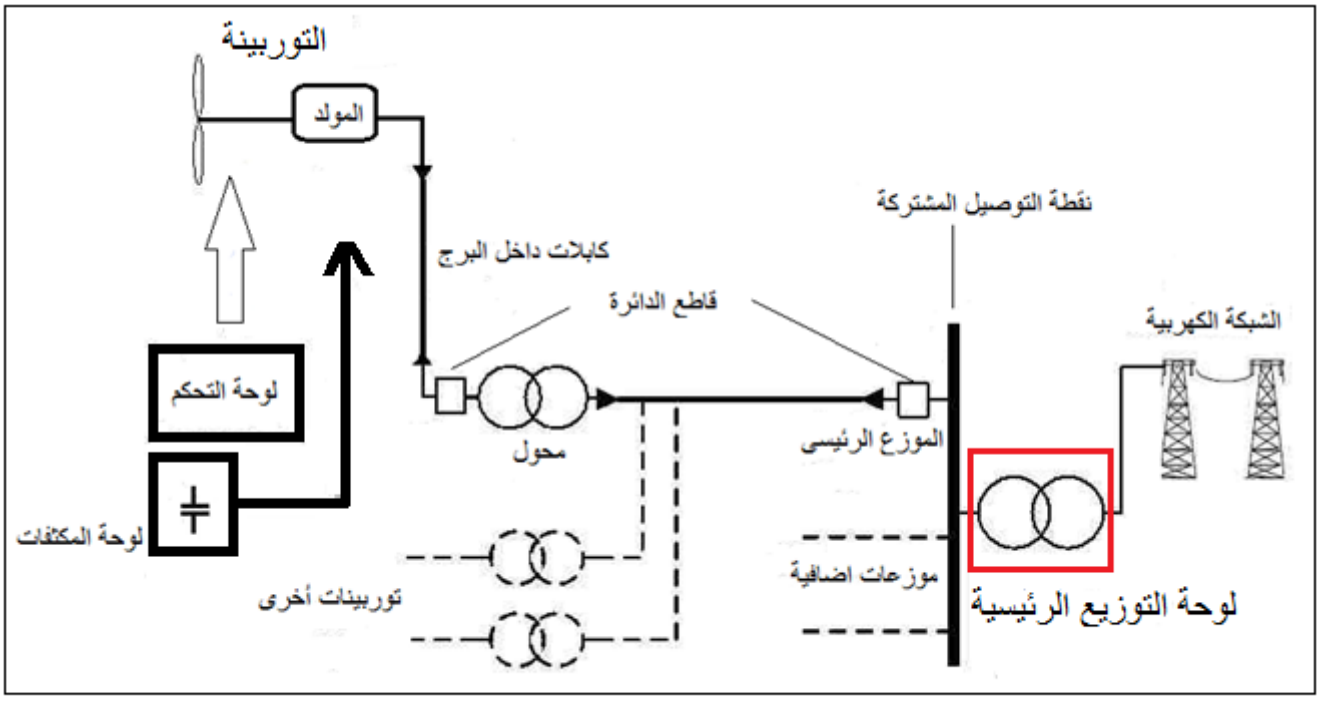
كما يفضل في أحيان أخرى خلق شبكة أرضى قوية عن طريق تأريض المنظومة كاملة ولكن لاعتبارات اقتصادية قد لا يفضل هذا التوصيل لتكلفته الاقتصادية العالية والشكل رقم (٣٣) يوضح هذا النوع من التوصيل.



الشكل رقم (٣٣) : شبكة تأريض عمومية لتأمين المنظومة

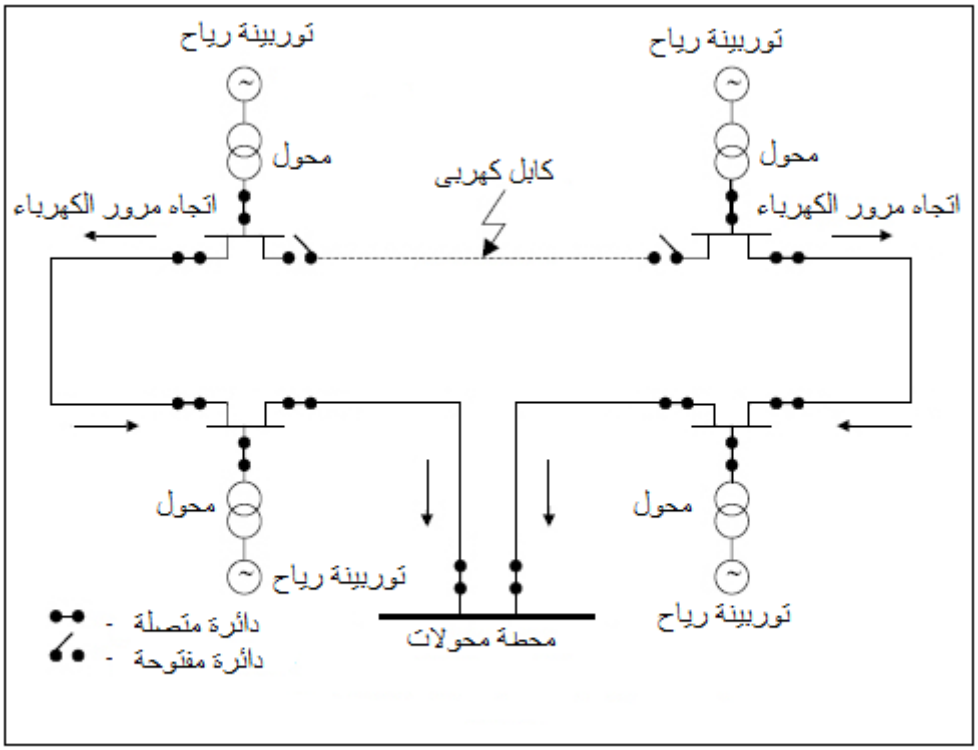
طرق توصيل التوربينات بالشبكة الكهربية

وفقاً للمواصفات المحلية والعالمية يتم ربط التوربينات بالشبكة الكهربية كما بالشكل رقم (٣٤) عن طريق محول رافع حيث يرفع جهد التوليد (في الغالب جهد ٣٨٠ فولت) إلى الجهد المتوسط (في الغالب جهد ١١ كيلو فولت) كما يتم ربط التوربينات بالمحولات الخاصة بها على شكل حلقي (Ring) أو على شكل إشعاعي (Radial) لتحقيق التشغيل الأمثل والاقتصادي.



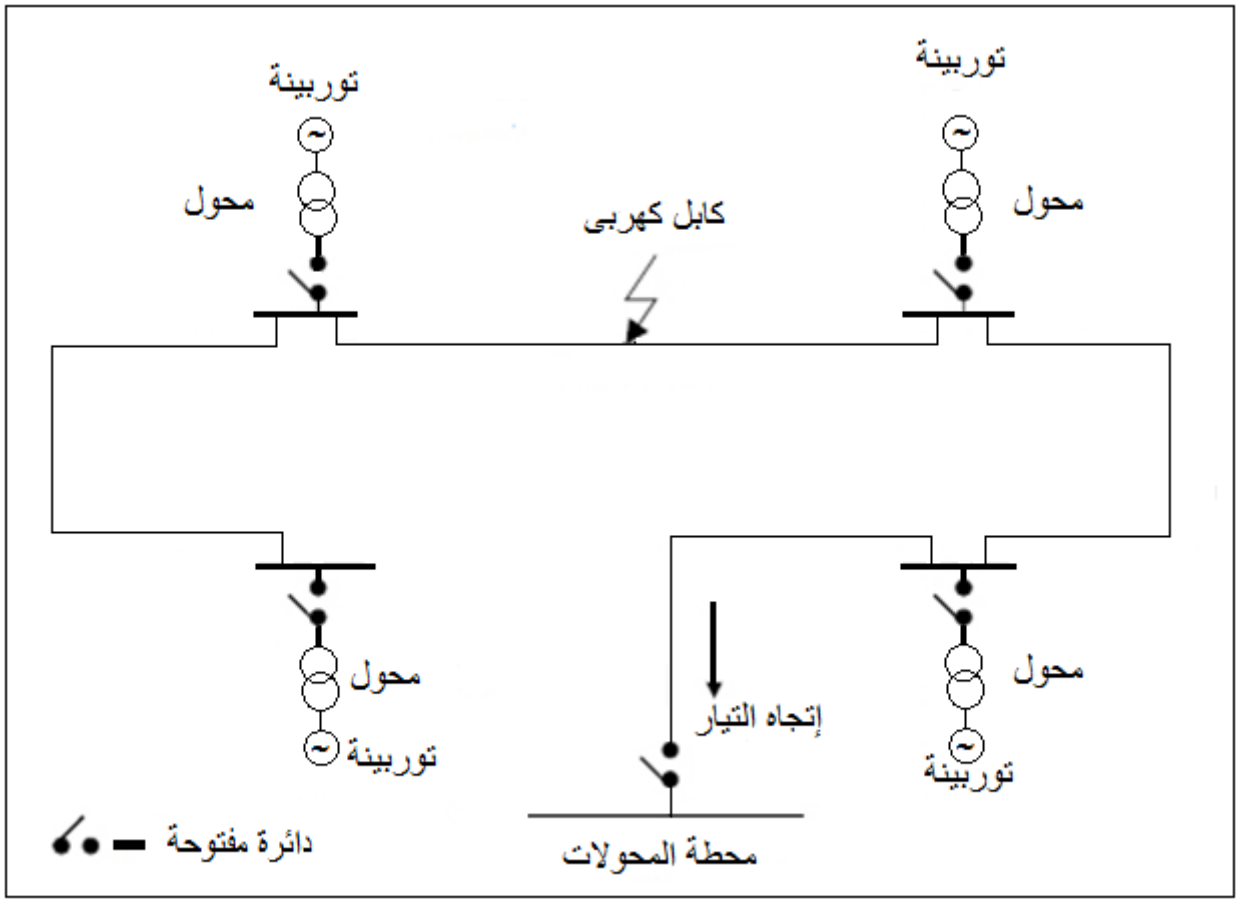
الشكل رقم (٣٤) : المنظومة الكهربية لربط التوربينات بالشبكة الكهربية

والشكل رقم (٣٥) عبارة عن توصيل حلقي وفيه يتم ربط كل محولات التوربينات مع بعضها على هيئة حلقة مغلقة لضمان توصيل التوربينات والمحولات بطريقة تعطى اتاحية تشغيل عالية ولكنها مكلفة بعض الشيئ بسبب أطوال الكابلات الزيادة التي ستستخدم ولكن من عيوبها تأثر التوربينات بأي عطل يحدث بالدائرة .



الشكل رقم (٣٥) : توصيل حلقى

والشكل رقم (٣٦) عبارة عن توصيل إشعاعي وتتم المفاضلة بين الطريقتين وفق المنظومة الكهربية لتوزيع التوربينات بمزرعة الرياح ويتم الربط بين التوربينات والمحولات عن طريق كابلات محددة طبقاً للكود المصري للكابلات.



الشكل رقم (٣٦) : توصيل اشعاعى

المواصفات القياسية للتأثيرات البيئية للتوربينات

- **التلوث البيئى نتيجة الضوضاء:**

الضوضاء: هي الأصوات المتنافرة غير المرغوب فيها الناجمة عن مصادر داخلية أو خارجية وتؤثر بشكل أو بآخر على الصحة العامة ونوعية الحياة اليومية للإنسان.

الديسيبل "dB" : هي وحدة قياس شدة الضوضاء التي تتعرض لها الأذن البشرية ويمكن للأذن البشرية أن تسمعه وهو ٢٠ ميكروباسكال، وذلك كما يحددها جهاز القياس المطابق للمواصفات القياسية الدولية ISO -176 .

مستوى الضوضاء: هو مستوى ضغط الصوت المستمر في مكان التعرض خلال لحظة القياس.

الضوضاء الخارجية: يعني بالضوضاء الخارجية جميع مصادر الضوضاء التي تنتقل موجاتها من خارج أي مبنى (سواء مسكن أو غيره) إلى داخله، وتصنف هذه المصادر بما يلي:

- الضوضاء الناتجة عن حركة المرور.
- ضوضاء الطائرات.
- ضوضاء الصناعة: هي الضوضاء الناتجة عن العمليات التي تجري داخل المصانع والتجهيزات التجارية المشابهة وغيرها وكذلك محطات الطاقة الكهربية ومنشآت تحلية المياه وتكرير النفط والغاز ومعالجة المجاري.
- ضوضاء المجتمع: ويعني بها جميع مصادر الضوضاء التي يتعرض لها الإنسان خارج مسكنه أو داخله خلال حياته اليومية.
- الضوضاء الداخلية: يقصد بالضوضاء الداخلي جميع مصادر الضوضاء التي يتعرض لها الأفراد داخل المباني (سواء مسكن أو غيره) والمنشآت المختلفة سواء الصناعية أو غير الصناعية.

← التأثيرات البيئية لاستخدام طاقة الرياح:

إن تطور استخدام طاقة الرياح له فوائد ومساوئ بيئية ولتوسيع إنتاج الطاقة من هذا المصدر يجب أن تكون المحاسن في حدها الأعلى بينما تكون المساوئ في حدها الأدنى.

■ الفوائد البيئية:

إن توليد الطاقة الكهربية من طاقة الرياح لا يتضمن انبعاث ثاني أكسيد الكربون أو سقوط الأمطار الحامضية أو ملوّثات أخرى فاستخدام طاقة الرياح يقلل الاعتماد على الوقود التقليدي والوقود النووي وبالإضافة إلى ذلك فإن توربينات الرياح لا تحتاج إلى مصادر مياه كبعض المصادر التقليدية والمتجددة وطاقة الرياح طاقة محلية متجددة ولا ينتج عنها غازات أو ملوثات، مثل ثاني أكسيد الكربون أو أكسيد النتريك أو الميثان، وبالتالي فإن تأثيرها الضار بالبيئة طفيف جدا حيث أن ٩٥% من الأراضي المستخدمة كمزارع للرياح يمكن استخدامها في أغراض أخرى مثل الزراعة أو الرعي، كما يمكن وضع التوربينات الصغيرة فوق المباني كما أظهرت دراسة حديثة أن كل بليون كيلو وات في الساعة من إنتاج طاقة الرياح السنوي يوفر من ٤٤٠ إلى ٤٦٠ فرصة عمل وقد كان لظاهرة الاحتباس الحرارى وملوثات البيئة نتيجة الاعتماد على مشتقات البترول الاثر البالغ فى الاتجاه نحو مصادر بديلة للطاقة صديقة للبيئة حيث أنها الملاذ الامن والوحيد لتفادى حدوث كوارث عالمية نتيجة نضوب البترول فى الوقت القريب.

■ المساوئ البيئية المكتسبة:

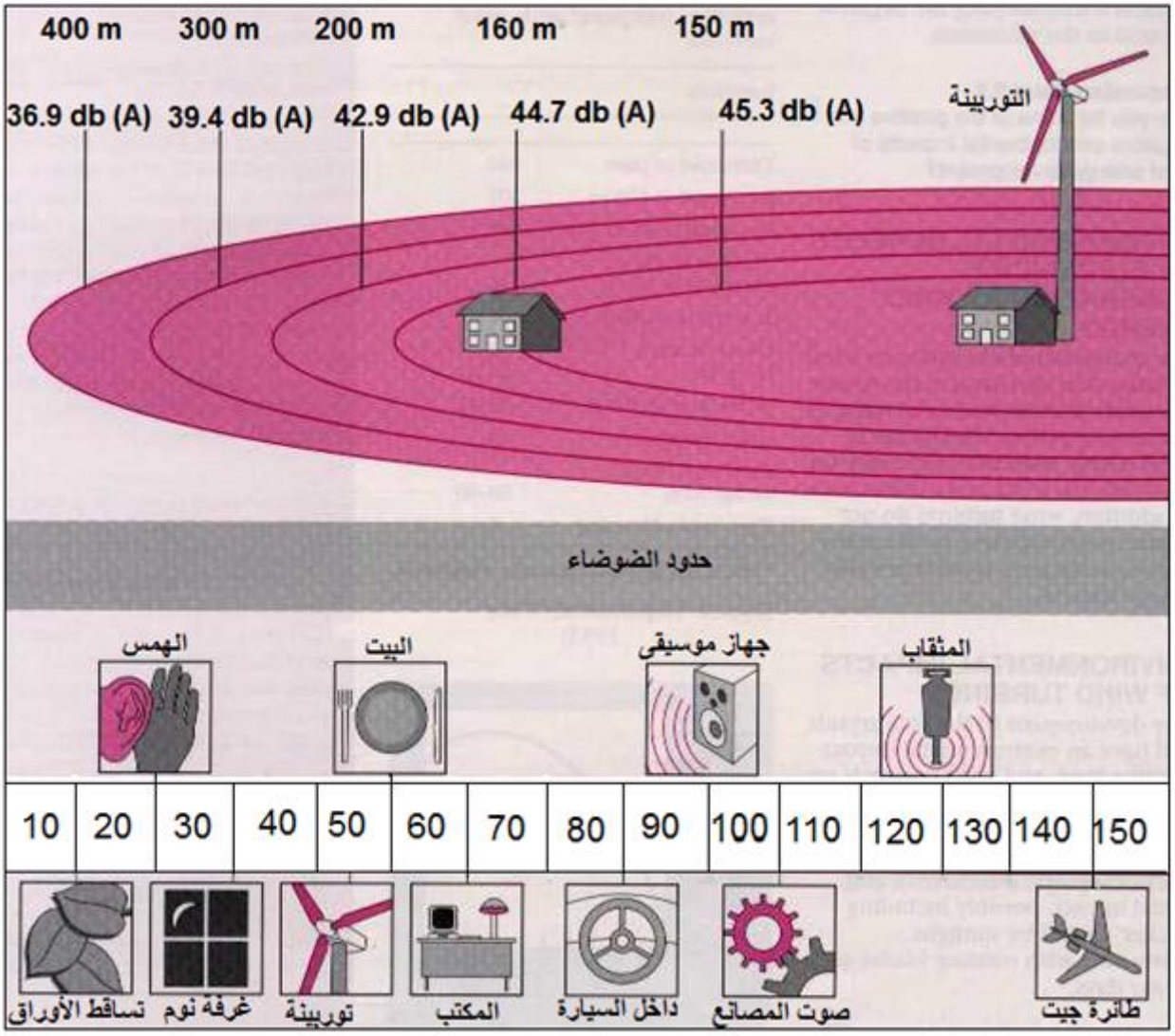
المشاكل البيئية الناتجة عن استخدام منظومات طاقة الرياح هي الضجيج، والتداخل الكهرومغناطيسي ، والتأثيرات البصرية كانعكاسات أشعة الشمس من شفرات التوربينات أثناء دورانها ومخاطر اصطدام الطيور المهاجرة بها وتفصيلها كالتالي :

أ- ضجيج التوربينات:

وفقا للمواصفات القياسية العالمية (IEC) لا تعتبر توربينات الرياح عند مقارنتها مع الماكينات الأخرى ذات ضجيج عال ولكن هنالك بعض المواقع التي يتم فيها ملاحظة بعض الضجيج غير المريح ويوجد نوعان للضجيج أولهما يصدر من المعدات الكهربية والميكانيكية المستخدمة في تقنية طاقة الرياح كصندوق التروس والمولد ، وهذا يسمى بالضجيج الميكانيكي أما ثانيهما فهو ناتج من تداخل تيار الهواء مع الشفرات ويسمّى "بالضجيج الايروديناميكي ".

والضجيج الميكانيكي هو المشكلة الرئيسيّة ولكن من السهل تخفيضه باستخدام مجمع تروس أكثر هدوءاً أو وضع الأدوات الميكانيكية في هياكل معزولة لتخفيف الصوت أما الضجيج الايروديناميكي فيعتمد على شكل الشفرة (الريشة) ، والتداخل بين الهواء والشفرة والبرج ، وحافة الشفرة ورأسها وعلى كون الشفرة تعمل أو ساكنة ، ونوعية الرياح ويزداد الضجيج الايروديناميكي عادة مع سرعة الدوران ، ولهذا فإن قسماً من التوربينات يكون مصمماً للدوران بسرعة قليلة عندما تكون سرعة الرياح قليلة.

ومعظم توربينات الرياح التجارية تخضع لقياسات ضجيج وفقاً للوائح التي وضعتها وكالة الطاقة العالمية أو القوانين الدنمركية وتزودنا قياسات الضجيج بالمعلومات التي يمكن على أساسها نصب توربينات الرياح في الموقع المناسب أو للسيطرة على تأثير الضجيج وفي الدنمارك فإن القوانين تنص على أنه لا يمكن نصب توربينات الرياح في المناطق السكنية إذا كان الضجيج الصادر منها يزيد عن 40 dB وفى المملكة المتحدة فإن حدود الضجيج في المناطق القريبة من الطرق يجب ألا تزيد على 68 dB ويبين الشكل رقم (٣٧) مسار الضجيج الصادر من إحدى توربينات الرياح.



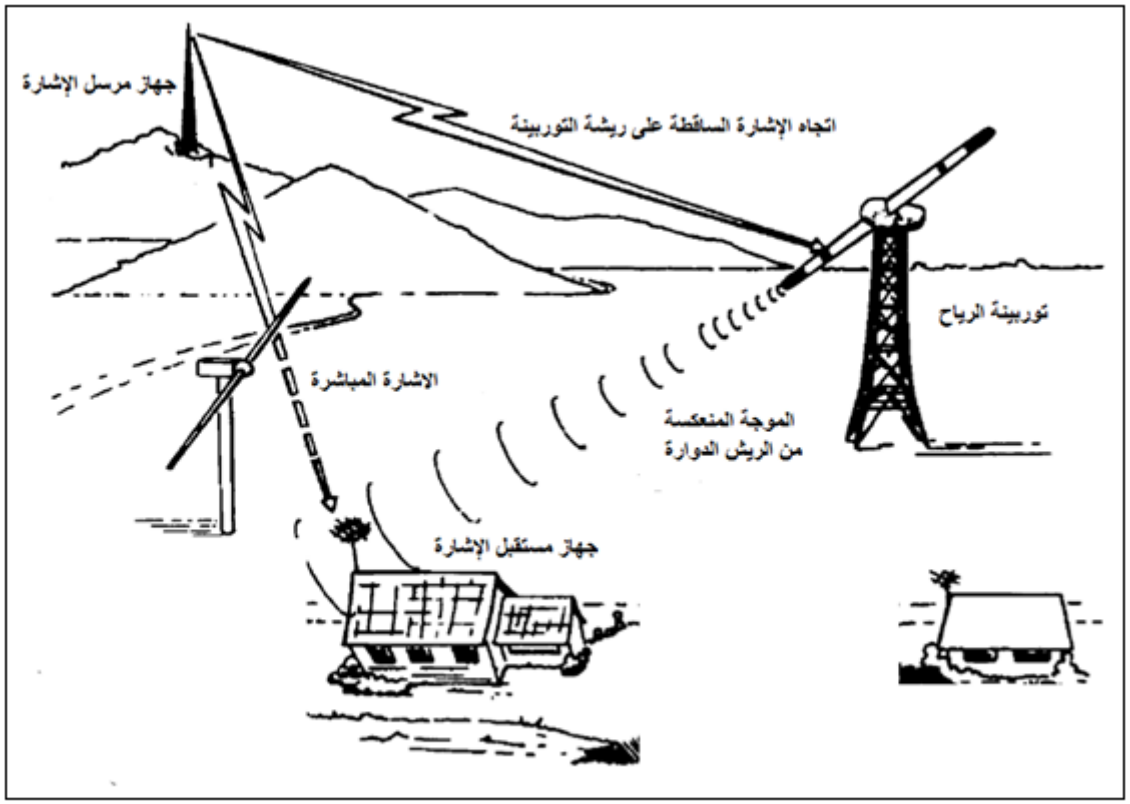
الشكل رقم (٣٧): مسار الضجيج الصادر من إحدى توربينات الرياح

والجدول التالي يوضح الضجيج الصادر من مصادر مختلفة مقارنة بالضجيج الصادر من توربينة الرياح.

المصدر	مستوى الضوضاء (dB)
طائرة جيت على ارتفاع ٢٥٠ متر.	١٠٥
مثقاب كهربي.	٩٥
شاحنة تسير بسرعة ٤٨ كم/ س.	٦٥
دائرة عمل مزدحمة.	٦٠
توربينة رياح على بعد ٣٥٠ متر.	٤٥-٣٥
غرفة نوم هادئة.	٢٠

ب- التداخل الكهرمغناطيسي :

عند تركيب توربينات الرياح بالقرب من مناطق تستخدم الراديو والتلفزيون والمرسلات والمستقبلات فإنه من المحتمل جداً أن تنعكس بعض الموجات بطريقة تجعل الموجات المعكوسة تتداخل مع الموجات الأصلية قبل وصولها إلى الجهاز، وهذا قد يسبب تشوّها في الموجة التي تصل إلى المستخدم وينشأ التداخل الكهرومغناطيسي من نوع مادة الشفرات وشكلها فإذا كانت الشفرات مصنوعة من معدن فإن التداخل محتمل الحدوث إذا كانت التوربينة قريبة من مناطق وجود هذه الأجهزة أما الشفرات الخشبية فإنه عادة تمتص الموجات بدلاً من عكسها، والأبراج المربعة تعكس أكثر من الأبراج المدورة وذلك لزيادة مساحة سطحها وأكثر المنظومات تأثراً بهذا النوع من الضجيج التلفزيونات ومنظومات اتصالات المايكروويف، لذا وضعت بعض الوكالات معلومات كافِية لتجنب مثل هذه التداخلات في المناطق التي توجد فيها هذه المنظومات والشكل رقم (٣٨) يوضح انعكاس الموجات الكهرومغناطيسية من على سطح الريشة مما يسبب التداخل بين الموجات.



الشكل رقم (٣٨) : تداخل الموجات المرسلة بسبب التوربينات

ج- التأثيرات البصرية:

تتحّدد هذه التأثيرات بعدة عوامل مثل حجم التوربينة وتصميمها ، وعدد الشفرات ، ولونها ، وعدد ترتيب التوربينات في الموقع كما أوصت المواصفات القياسية العالمية (IEC) ويتحدد قبول بعض المواطنين بوجود التوربينات بعدة عوامل أهمها عامل الثقافة وفهم مختلف التقنيات ورأيه في أفضل مصدر من مصادر الطاقة

وللصحف والمجلات التي تنشر أحياناً الأخبار عن مصادر الطاقة المختلفة تأثير كبير في موقف بعض المواطنين.

ونظراً لأهمية التأثير البصري لتوربينات الرياح فقد تم عمل محاكاة لموقع قبل وبعد إنشاء التوربينات وقد تم ملاحظة أن الموقع بعد إنشاء التوربينات أكثر قبولاً من ذي قبل كما بالشكل رقم (٣٩) والشكل رقم (٤٠).

الشكل رقم (٣٩) :الموقع قبل تركيب التوربينات

الشكل رقم (٤٠) : الموقع بعد تركيب التوربينات

د- تأثير توربينات الرياح على حياة الطيور:

هناك سؤال يتردد دائماً من قبل علماء وأصدقاء البيئة وهو هل فعلاً توربينات الرياح تؤثر سلباً على حياة الطيور؟ من خلال المشاهدات في أماكن تموضُع توربينات الرياح تم ملاحظة أن الطيور المحلية المتواجدة ضمن المنطقة في الأصل تتعلم بعد فترة كيفية تغيير مسار طيرانها وأن تطير حول التوربينات أو بعيداً عنها، حيث يمكنها تمييز ريش العضو الدوار التي تدور بسرعة بطيئة نسبياً بالنسبة لها، ولكن الخطورة تكون على حياة الطيور الغريبة أو الطيور المهاجرة والتي غالباً ما تطير على شكل مجموعات عند ارتفاعات لا تقل عن ٢٠٠ متر، وهذه الإرتفاعات لا تصل إليها ريش العضو الدوار، إلا أن بعض الطيور تطير على ارتفاعات منخفضة مما يعرضها للخطر كما بالشكل رقم (٤١) ففي الدول الأوروبية يُعتبر هذا الأمر من القضايا التي تسبب جدلاً واسعاً، ففي أسبانيا تم العثور على أعداد كبيرة من الطيور النافقة حول التوربينات، وهذا ما قد يمنع في المستقبل هذه الأنواع من الطيور من العودة إلى مثل هذه المناطق والخطورة تكمن فيما لو كانت مناطق مزارع الريح نفسها منطقة تكاثر الطيور مما يسبب مشكلة في انقراض بعض أنواع الطيور، لذلك تبذل المزيد من الجهود في البلدان الغربية لمنع إقامة مزارع رياح على نفس المسارات التي تطير ضمنها الطيور المهاجرة.

الشكل رقم (٤١) : مخاطر التوربينات على الطيور المهاجرة

إلا أن الدراسات أثبتت أن أعداد الطيور التي تقتل سبسبب توربينات الرياح لا تتجاوز ٠.٠١% من عدد الطيور التي تقتل سنوياً .

الشكل رقم (٤٢) : اصطدام الطيور بالتوربينات

هـ - حدوث ظاهرة الظل والخفقان:

يعتبر نشوء ظاهرة ظل أو خيال للتوربينة كما بالشكل رقم (٤٣) من السلبيات التي تؤثر على الحياة البينية وحدوث اللمعان نتيجة سقوط أشعة الشمس على ريش التوربينات أثناء دورانها وما يمثله هذا من إزعاج للسكان والذين تقع منازلهم بالقرب من مكان التوربينة وقد لفتت المواصفات القياسية العالمية (IEC) الانتباه نحو هذه الظاهرة باعتبارها تعدى على حريات السكان، وفى هذا الصدد تم تطوير صناعة ريش التوربينات لتدهن بدهان ليس به لماعية (مطفى) حتى لا يعكس أشعة الشمس أثناء الدوران ويسبب ظاهرة الخفقان.

ويعتبر إنشاء توربينات الرياح في مزارع كبيرة خارج إطار الكتلة السكنية أحد الحلول التغلب على تلك الظاهرة.

الشكل رقم (٤٣) : ظاهرة الظل

و- مخاطر تحطم التوربينة في منطقة سكنية:

تكمن مخاطر تحطم التوربينة في حدوث ظاهرة التسارع أي فقدان السيطرة على التوربينة وبالتالي تعرض التوربينة لمخاطر الانهيار حال عدم التمكن من السيطرة على التوربينة وقد أوصت المواصفات القياسية العالمية (IEC) بضرورة تطوير برنامج التحكم الخاص بالتوربينات للتغلب على حدوث مشكلات خروج التوربينة عن السيطرة نتيجة دورانها بسرعة عالية جدا تؤدى في النهاية إلى تحطم التوربينة كلها أو أجزاء منها مثل حدوث كسر بالريش مثلا ما لم يتم السيطرة على التوربينة وإيقافها والشكل رقم (٤٤) يبين احتراق إحدى التوربينات.

الشكل رقم (٤٤) : تحطم توربينة

وقد تم التغلب على حدوث ظاهرة التسارع في التوربينات الحديثة حيث تم وضع حساس قياس سرعة الدوران على ريش التوربينات للحد من زيادة سرعتها عن الحدود المسموح بها ويعد إنشاء مزارع الرياح في المناطق الصحراوية غير المأهولة بالسكان أحد حلول تفادى تعرض السكان لمخاطر تناثر أجزاء التوربينة في حالة تعرضها للتحطم.

- **أهداف المواصفات القياسية العالمية:**

تهدف المواصفات القياسية المحلية والعالمية عند مناقشة مصادر الطاقة المختلفة إلى الحفاظ على البيئة في المقام الأول ومن مصادر الطاقة التي شهدت رواجا كثيرا هذه الأيام طاقة الرياح لما لها من مردود ايجابي على البيئة وتمتع مناطق كثيرة على مستوى العالم بوفرة في الرياح ومع تطور تكنولوجيا تصنيع مهمات طاقة الرياح كان لزاما على الجهات المعنية بشئون البيئة وضع قوانين وتشريعات تكفل المحافظة على البيئة وتطوير صناعة مهمات طاقة الرياح حتى تكون تكنولوجيا صديقة للبيئة والشكل رقم (٤٥) يهدف إلى جعل توربينات الرياح كمصدر صديق للبيئة.

الشكل رقم (٤٥) :التشريعات والقوانين تهدف الى حماية البيئة

التطبيقات العملية

أهداف التطبيق:

إكتساب المهارات العملية اللازمة وذلك لتطبيق جميع المعايير والأكواد العالمية المتعلقة بمنظومة توربينات الرياح باستخدام العدد والمعدات والخامات اللازمة طبقا للمواصفات والتعليمات وبطريقة صحيحة وآمنة وفى الوقت المحدد.

التمرين : تطبيق المعايير والأكواد المحلية والعالمية على نظام توليد كهربى مختلط

أ) ظروف الأداء:

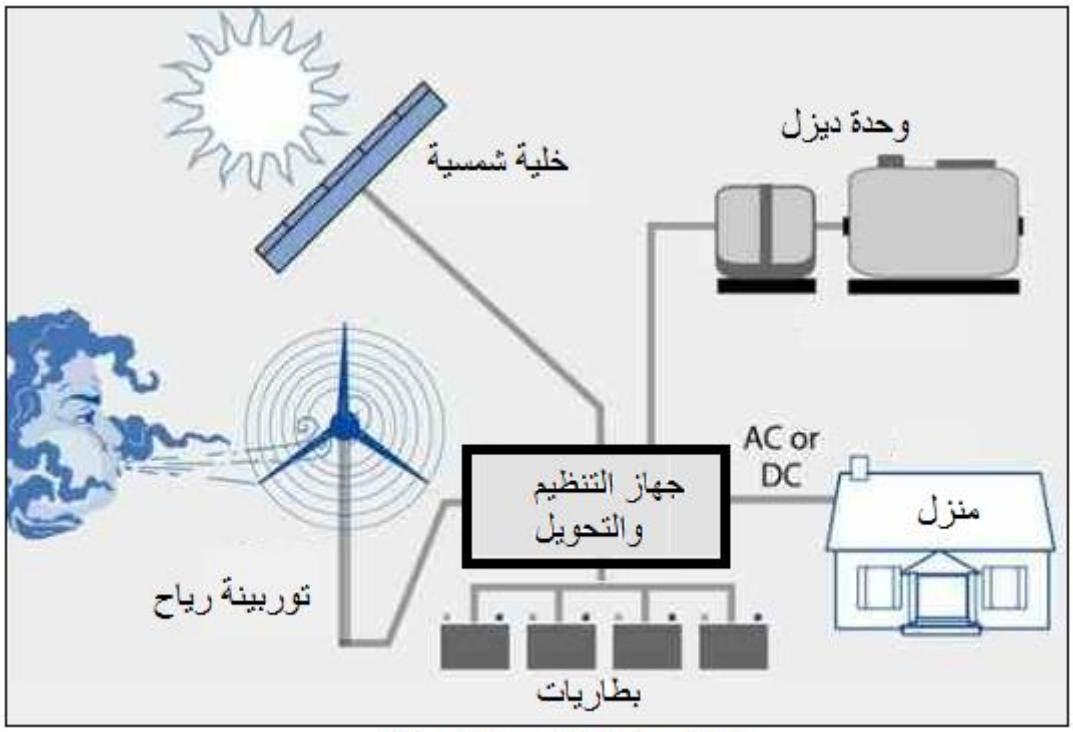
الخامات	العدد والمعدات	التسهيلات الأخرى
- أسلاك توصيل مختلفة الألوان والأقطار. - قفيزات بلاستيك وحديد مقاسات مختلفة. - مصهرات (فيوزات) مختلفة السعة. - مفاتيح وجه واحد.	- مجموعة مفكات معزولة. - مفاتيح بلدي. - مفتاح ألن كى. - مجموعة منظومة الرياح. - أجهزة قياس للجهد. - جهاز قياس التيار. - بنسة ذرادية معزولة- قشارة سلك- شريط لحام.	- مهمات السلامة كاملة. - كتيب الاكواد الكهربية. - رسم تنفيذي للنظام.

ب) الأداء:

خطوات التدريب العملي:

← **المطلوب:** تطبيق العايير والاكواد العالمية والمحلية التي تم شرحها في الجزء النظري من هذه الدراسة عند تركيب نظام مختلط (يتكون من أكثر من مصدر للطاقة) يتكون من توربينة رياح ووحدة ديزل بطاريات يصلح كتطبيق في الأنظمة المعزولة عن الشبكة الكهربية.

- النظام كما بالشكل رقم (٤٦) يتكون من:



الشكل رقم (٤٦) : نظام مختلط

- توربينة رياح صغيرة قدرة ٥ ك.وات.
- خلية شمسية بقدرة نصف ك.وات.
- مجموعة بطاريات بسعة إجمالية ٢٥٠ أمبير. ساعة.
- جهاز التنظيم والتحويل والذي يقوم بمراقبة وتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد.
- كابلات كهربية مختلفة الأقطار.

- **فكرة عمل النظام: هذا النظام يقع في منطقة صحراوية بعيدة عن الشبكة الكهربية ووظيفة النظام ما يلي:**

- يقوم جهاز وحدة الديزل بتغذية المنزل بالكهرباء المطلوبة وفقا لحمل المنزل والذي يبلغ ٥ ك.وات.
- تقوم الخلية الشمسية بتوليد الكهرباء في حالة سطوع الشمس بالنهار.
- تقوم توربينة الرياح بتوليد الكهرباء في حالة نشاط الرياح.
- يقوم جهاز التحكم والشحن بتنظيم عمل هذه الوحدات مع مصدر التغذية الرئيسي وهو وحدة الديزل.
- تقوم البطاريات بمد المنزل بالكهرباء المطلوبة في حالة الضرورة عند تعطل وحدة الديزل أو نفاذ الوقود الخاص به أو عدم عمل وحدة الخلية الشمسية أو توربينة الرياح لعدم توفر شمس أو رياح.

- **المطلوب منا التعرف على بعض مكونات هذا النظام المصغر وتطبيق المعايير والاكواد المحلية على مكونات هذا النظام قبل تركيب النظام وتشغيله كما يلي:**

- ✓ نقوم بتطبيق قواعد السلامة المهنية أثناء العمل.

- ✓ نقوم بفحص كابلات النحاس الكهربية التي تربط بين كل مكونات النظام ستجده كابل نحاس مجدول ثلاثي الأطراف ذو مساحة مقطع ١٦ مم٢ معزول ارجع إلى: الجزء الأول من المواصفة الدولية الكهروتقنية IEC 60227 – 1 الموجودة لديك حيث تختص هذه المواصفة بالكابلات المرنة وغير المرنة المعزولة ونقارن بين مواصفات كابل النحاس الموجودة على الغلاف الخارجي للكابل وهى: كابل ثلاثي الأطراف - مساحة مقطعه ١٦ مم٢ ولاحظ إذا كان هناك تطابق بين مواصفات الكابل الموجود وما هو موجود بالمواصفة كما بالشكل رقم (٤٧).

الشكل رقم (٤٧) : كابل نحاس ثلاثى

- **نقوم بفحص هيكل ومحتويات لوحة التحكم بالتوربينة ووحدة الخلية الشمسية وقارن:**
- هل هيكل لوحة التوزيع مصنوع من مقاطع من الفولاذ (الحديد الصلب) ذو قوة كافية لحمل أجزاء اللوحة.
- نقوم بفحص اللوحة هل لون طلاء لوحة التحكم رمادي أو ببج كما تنص المواصفة التي بحوزتنا.
- نقوم بفحص نقاط الجهود باللوحة وهل هناك نقاط مكشوفة أم لا وكذلك علامات التحذير كما بالشكل رقم (٤٨).

الشكل رقم (٤٨) : تغطية الجهود المكشوفة

- نقوم بملاحظة ترتيب وتوصيل الأسلاك في صناديق الاتصال كما في الشكل رقم (٤٩) حيث الطرق الصحيحة والخاطئة للتوصيل دون إتباع المعايير والقواعد المطلوبة.

الشكل رقم (٤٩) طرق توصيل الأسلاك

- نقوم بملاحظة طريقة تأريض لوحة التحكم الخاصة بالتوربينة والخلية الشمسية وإذا ما كانت هناك أطراف مفكوكة أم أن التوصيل تم بطريقة جيدة كما بالشكل رقم (٥٠).

الشكل رقم (٥٠) : فحص أرضى اللوحة

- نقوم بالتأكد من مواصفات البطاريات والتأكد من مطابقتها للمواصفات الفنية عن طريق قراءة جهد البطارية وسعة البطارية **: جهد البطارية ٢٤ فولت - ٢٥٠ أمبير.ساعة** .

الشكل رقم (٥١) : بطارية الشحن

- نقوم بفحص مجموعة المصهرات ومطابقتها للمواصفة IEC 269 بلوحة التحكم بالتوربينة والخلية الشمسية وقراءة البيانات الموجودة على جسم المصهر (الفيوز) وقاطع الدائرة والشكل رقم (٥٢) يبين مواصفات المصهرات والمصهر (الفيوز) المستخدم سعة الفصل له ٢٥ أمبير.

الشكل رقم (٥٢) : مواصفات المصهرات

- نقوم بفحص مجموعة المصهرات ومطابقتها للمواصفة IEC 269 بلوحة التحكم بالتوربينة والخلية الشمسية وقراءة البيانات الموجودة على جسم قاطع الدائرة والشكل رقم (٥٣) يبين مواصفات قاطع الدائرة المستخدم فى الدائرة حيث سعة الفصل له ٢٥ أمبير.

الشكل رقم (٥٣) : المواصفات الفنية لقاطع الدائرة

- نقوم بفحص وحدة التوليد (الديزل) قدرة ٣٠ كيلو وات ومطابقتها بالمواصفة التي لدينا وقراءة البيانات الموجودة على جسم وحدة توليد الكهرباء ستجد أن قدرة المولد ٣٠ كيلو وات وجهد التشغيل ٣٨٠ فولت والشكل رقم (٥٤) يبين وحدة التوليد (الديزل) ومواصفاتها الفنية.

الشكل رقم (٥٤) : وحدة التوليد قدرة ٣٠ كيلو وات.

- نقوم بمراجعة كل بيانات النظام التي اطلعت عليها وقم بتدوينها فى سجل خاص للاحتفاظ به.
- نقوم بحفظ المواصفة القياسية التي لدينا فى سجلات الحفظ للرجوع إليها عندما يطلب منا فحص أنظمة أخرى مستقبلاً.

جـ) معايير الأداء:

البند	المعايير	المراجعة بمعرفة المتدرب	المراجعة بمعرفة المدرب
تجهيز العدد	تجهيز الأدوات اليدوية و المعدات والأجهزة.		
تجهيز الخامات	- تجهيز الأسلاك ومهمات الدائرة الكهربية.		
التنفيذ	- قراءة الدائرة الكهربية لمنظومة الرياح. - تحديد مكونات الدائرة الكهربية لمنظومة طاقة الرياح. - اختيار العدة المناسبة . - تثبيت مكونات الدائرة الكهربية لمنظومة الرياح في أماكنها. - توصيل أسلاك التوصيل بين مكونات الدائرة الكهربية. - مراجعة الدائرة الكهربية لمنظومة الرياح ومدى مطابقتها للمواصفات الفنية. - اختبار الدائرة الكهربية لمنظومة الرياح باستخدام أجهزة القياس . - فصل الدائرة الكهربية. - تنظيم وتنظيف مكان العمل.		
معايير السلامة	- ارتداء ملابس الوقاية الشخصية. - تداول ومناولة الخامات والعدد بطريق آمنة. - الاستخدام الأمثل والآمن للعدد والأجهزة. - إتباع تعليمات الأمن والسلامة والصحة المهنية.		
التنفيذ والترتيب	- نظافة مكان العمل. - نظافة العدد وتخزينها. - إعادة الخامات الزائدة وتخزينها بطريق صحيحة. - إزالة المخلفات بطريقة صحيحة وآمنة.		