الطاقة ، تطورها ، أهميتها

الطاقة، علاقتها بالتقدم الحضاري، دور الإنسان وما احدثه تحكمه بالطاقة، صور الطاقة

أنواع الطاقة

تنقسم الطاقة بشكل عام إلى نوعين أساسين:

- 1- طاقات ابتدائية : • وهي الطاقات الموجودة في الطبيعة.
- مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقات الأحفورية (نفط وغاز وفحم).
- 2 - طاقات ثانوية : • وهي الطاقات المحولة من احد أنواع الطاقات الابتدائية

مصادر الطاقة

الشمس، هي المصدر الحقيقي والوحيد

- تنقسم مصادر الطاقة الطبيعية إلى قسمين :
- أولا : المصادر الحالية للطاقة : المصادر التي تزود البشر بالجزء الأساسي من الطاقة .
- 1 -المصادر الأحفورية : من تحلل الكائنات الحية التي كانت موجودة على سطح الأرض.
- 2 -المصادر المائية : تقام على مساقط الأنهار .
- 3 - الطاقة النووية :التفاعلات الكيماوية والطبيعية لبعض والمسماة بالمواد المشعة .
- 4 -الطاقة الشمسية : يرتبط تحويلها مباشرة إلى طاقة كهربائية بالخلايا الشمسية.

ثانيا – المصادر المستقبلية والبديلة – (الطاقة المتجددة) :

من أهم مميزاتها انها غير قابله للنفاذ وأمثلة الطاقة المتجددة هي .

- 1- الاستغلال المباشر للطاقة الشمسية بشقيها الحراري والضوئى.
- 2- بفعل الطاقة الشمسية تتكون الكتل الهوائية الساخنة والباردة باندفاعها تتكون الرياح
- 3- بفعل الرياح تجري الأنهار فتسبب المساقط المائية (Water falls)
- 4- بفعل الرياح أيضا تتحرك المياه مسببة لموج البحر(Sea Waves)
- 5- بفعل حرارة الشمس تختزن الحرارة فى باطن الأرض (Geophysics)
- 6- المحيطات تحتبس حرارة الشمس النافذة من الطبقات العليا للمحيط (Ocean Ene.)
- 8- بفعل حرارة الشمس أيضا تتحلل القمامة وتسبب انبعاث ما يسمى بالغاز الحيوى
- 9-النفط المستخرج من رمال القار وحجر السجيل
- 10- الطاقة الناتجة عن التمثيل الضوئى.
- 11- طاقة الاندماج النووي، أي الطاقة الناتجة من اندماج عنصر أو عنصرين
- 12-بفعل حرارة الشمس تختزن الحرارة في مياه البحيرات (Solar Lakes)
- 13-محطات التوليد من المد والجزر Tidal Power Station

أنماط الاحتياج للطاقة:

- يكون الاحتياج للطاقة على أنماط متفاوتة دائما،
- فقد يكون بكميات كبيرة أو صغيرة،
- باستمرار أو بفترات متفاوتة،
- موقعيا أو على مسافات بعيدة،

الطاقة الكهربائية Electrical Energy

- الطاقة الكهربائية غير موجودة في الطبيعة على صورتها المعروفة
- ويكمن سر تميز الطاقة الكهربائية
- توليدها بكميات كبيرة
- نقلها عبر مسافات طويلة
- وسهولة التحكم بها
- تحويلها الى أي من الصور الاخرى
- عدم وجود مخاطر صحية جراء استخدامها

منظومة الطاقة الكهربائية

ELECTRICAL POWER SYSTEM

تعريف منظومة الطاقة الكهربائية، عناصرها الرئيسية وهي كالتالي:

أولا : المكونات المادية :

وتشمل جميع اللألات والمعدات والأجهزة المعدة لتوليد الطاقة ونقلها

محطات التوليد : هي الجزء المسئول عن إنتاج الطاقة الكهربائية

منظومة النقل : وتقوم بنقل الطاقة الكهربائية من أماكن توليدها إلى أماكن استغلالها

منظومة التوزيع : مهمتها استقبال الطاقة الكهربائية من المصدر وتوزيعها على المستهلكين

الأحمال: وهي أماكن استهلاك الطاقة الكهربائية

بالإضافة إلى دوائر القدرة توجد أيضا :

- دوائر الاتصالات
- مكونات نظم التحكم
- أجهزة القياس
- نظم الحماية

العناصر الاخرى لمنظومة الطاقة الكهربائية

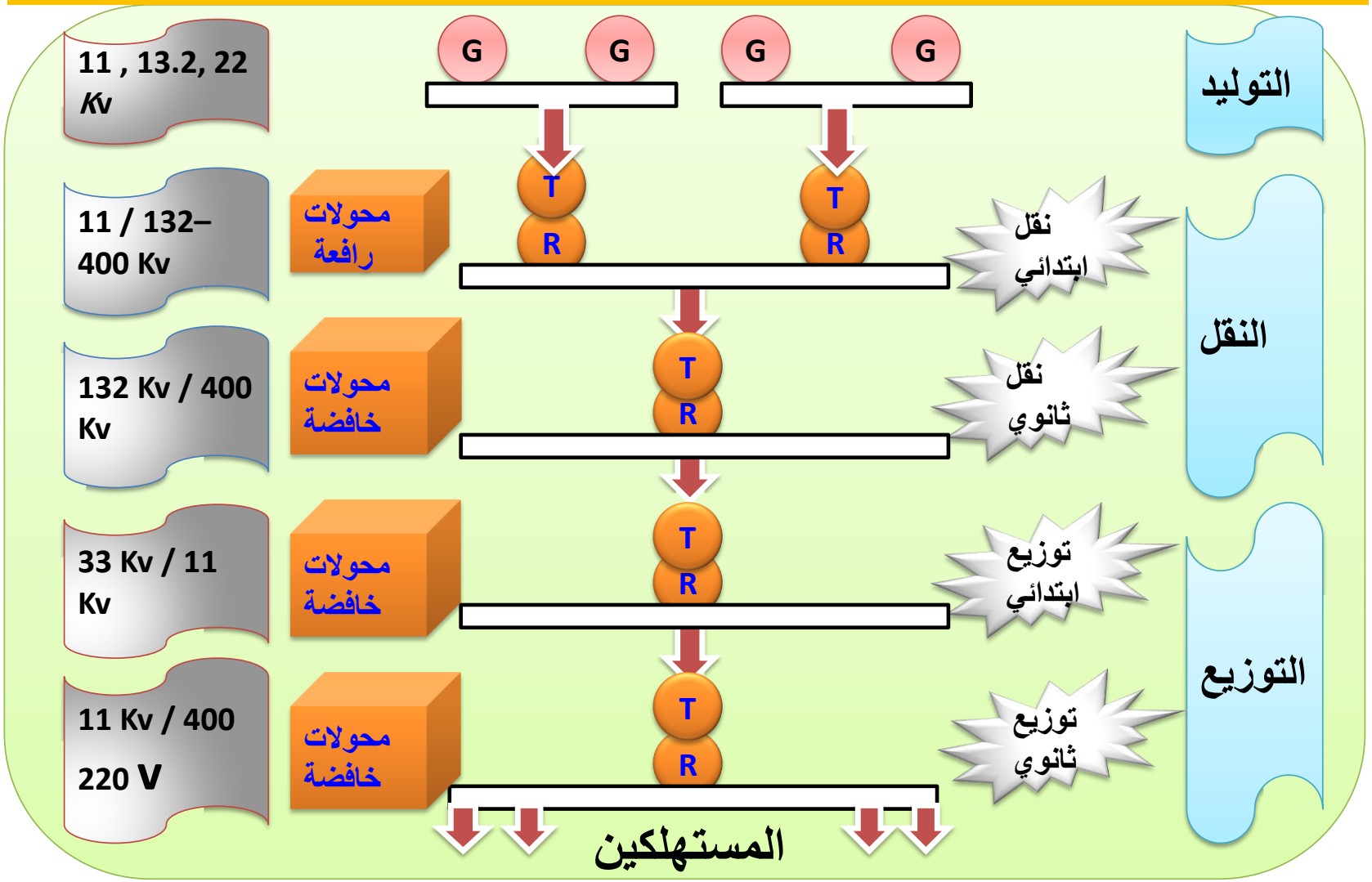
- ثانيا : المكونات المعنوية :
- وتشمل حزم البرمجيات التي تستخدم في أجراء الحسابات اللازمة
- ثالثا : العنصر البشري :
- يعتبر من أهم العناصر في أي نظام.

الجهود القياسية

تختلف هذه الجهود من بلد لأخر حسب أطوال خطوط النقل

- فيما يتعلق بالجهود القياسية في الشبكة الوطنية في العراق تكون
- في التوليد 25kv – 13 kv-11 kv
- وفي النقل 400 kv –132kv
- وفي التوزيع تكون 11kv –33 kv
- أما فولتية الاستهلاك 220v –400 v

منظومة الطاقة الكهربائية



المحطات النووية Nuclear Power Stations

مصادر الطاقة محدودة في الطبيعة يجري البحث بجديه للحصول على مصادر جديدة

الطاقة الذرية احد هذه المصادر . الطاقة المتولدة فيها تفوق الأنواع الأخرى (23) مرة .

كيلو غرام من مادة اليورانيوم كوقود يعادل حرق ما مقداره (2750)كغم من الفحم .

تعمل محطات الطاقة النووية بالانشطار النووي عمل هذه تنتج عنه مواد مشعة ضارة .

مبدأ عمل المحطات النووية

- لا يختلف كثيرا عن المحطات البخارية كون المحطات النووية تعتبر حرارية.
- يتم إنتاج البخار في المحطة البخارية التقليدية عن طريق حرق الوقود .
- البخار المتولد في المحطات النووية يكون نتيجة إمرار الماء على قلب المفاعل لتبريده .
- استبدل المرجل والتوربين البخاري بمفاعل نووي ومولد بخاري .
- مياه التسخين التي تمر بالمفاعل مشعه أما مياه التغذية فلا تحمل إشعاعات
- يخرج البخار من التوربين إلى المكثف ليتم تكثيفه ويعاد مرة اخرى.
- في التوربين يتم تحويل الطاقة الحرارية في البخار إلى طاقة ميكانيكية.

مساوئ ومحاسن المحطات النووية

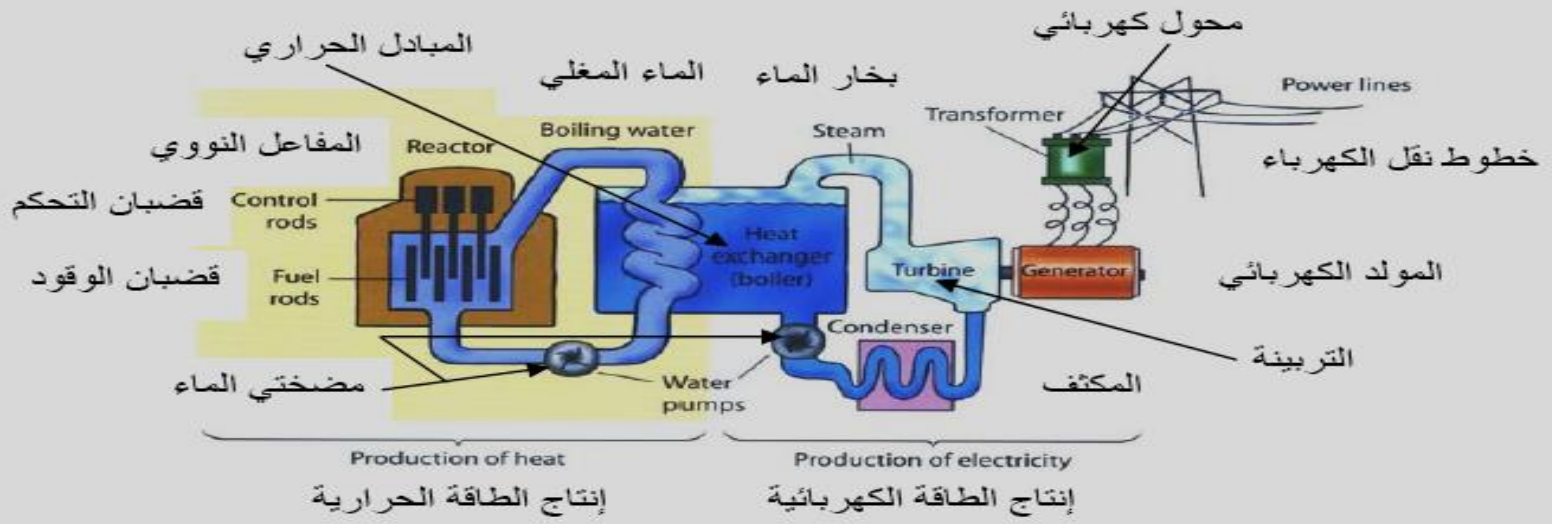
- انتشار هذه المحطات يقلل الطلب على مصادر الطاقة الأخرى .
- وزن الوقود النووي المستخدم يكاد يكون مهمل بالمقارنة مع الانواع الأخرى.
- نتيجة لما سبق في لا تكون هناك أية مشكلة فى نقل الوقود .
- مساحة الأرض المستخدمة لهذه المحطات اقل مما هي عليه في الأنواع الأخرى .
- المشكلة الرئيسية في هذه المحطات تتمثل في المواد المشعة وتأثيرها على البيئة .
- إن انتشار المحطات النووية تؤدي إلى منع ظاهرة تغير الطقس .
- وان تشغيل مفاعلات الطاقة الاندماجية فيمكن الحصول على مصدر غير ناضب للطاقة .

اختيار موقع هذه المحطات Selection of Site

- 1- توفر كمية من الماء.
- 2- يجب أن تكون بعيدة عن المناطق المأهولة.
- 3- يجب أن تكون قريبة من مراكز الأحمال.
- 4- سهولة المواصلات لنقل المعدات الثقيلة.
- 5- مشكلة التخلص من النفايات .

الأجزاء الرئيسية للمحطة نووية Main Parts

- 1- المفاعل Reactor
- 2- المبادل الحراري Heat Exchanger
- 3-التوربين البخاري Steam Turbine
- 4- المكثف Condenser
- 5- المولد الكهربائي Alternator
- مخطط لمحطة نووية



المحطات الغازية Stations Gas Power

- مبدأ العمل : يتلخص عمل المحطات الغازية في التالي:
- حرق الغاز الطبيعي واستخدام نواتج الاحتراق في إدارة التوربين الغازي .
- دخول هواء مضغوط إلى الحارق (كوسط ناقل) ثم تغذيته بالوقود.
- عملية قدح تؤدي إلى اشتعال الخليط .
- ارتفاع درجة حرارة الخليط وزيادة حجمه تحت ضغط ثابت .
- يدخل التوربين حيث يقوم بإدارته فتتولد الطاقة الميكانيكية .
- وكونه مقرون مع المولد بنفس المحور توليد الطاقة الكهربائية .

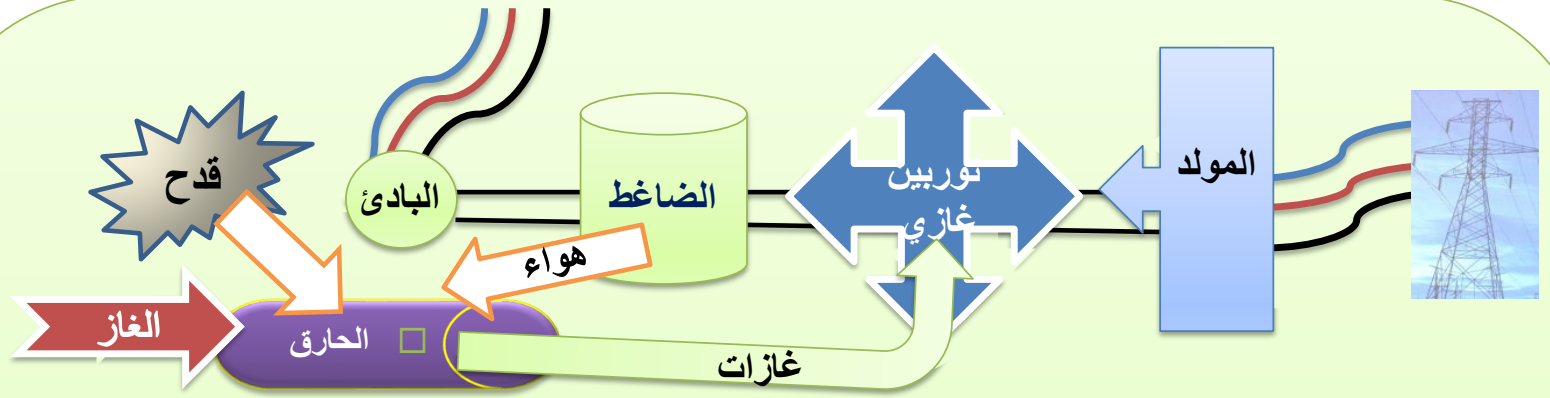
الأجزاء الرئيسية للمحطة الغازية Main Parts

- ضاغط الهواء: Air Compressor - غرفة الاحتراق: Combustion Chamber
- التوربين الغازي: Gas Turbine - المولد الكهربائي: Alternator

أما ملحقاتها أو ما يسمى بالأجزاء المساعدة فهي:

- معدات البدء Starting Devices - منظومة الوقود Fuel System
- منظومة التزييت Lubrication System

مخطط لمحطة غازية



مساوئ ومحاسن المحطات الغازية

- عادم هذه المحطات يكون غازات ذا درجة حرارة عالية يجب الاستفادة منها
- عدد العاملين قليل حيث لا يتجاوز(1/3) العاملين في المحطات الحرارية .
- قدرتها محدودة (50 Mw,10Mw) جعلتها تستخدم لتعزيز الشبكة الوطنية
- كفاءة هذا النوع من المحطات منخفضة حيث تتراوح بين%(20-25) .
- تتميز بقصر فترة تشغيلها حيث إنها لا تحتاج إلى أكثر من sec(5- 10) .
- تحتاج إلى مصدر خارجي للتشغيل .

محطات الديزل Diesel Electrical Stations

- تتميز هذه المحطات بكفاءتها العالية
- بالإمكان تشغيلها وإيقافها بسرعة ولا تحتاج إلى فترة للتهيئة والإحماء
- لا تحتاج إلى كمية كبيرة من الماء لأغراض التبريد
- لا تحتاج للعمل لفترة قبل التحميل
- فهذه المحطات ذات قدرة كهربائية محدودة تتجاوز(3MW)
- تستخدم أيضًا كوحدات للطوارئ

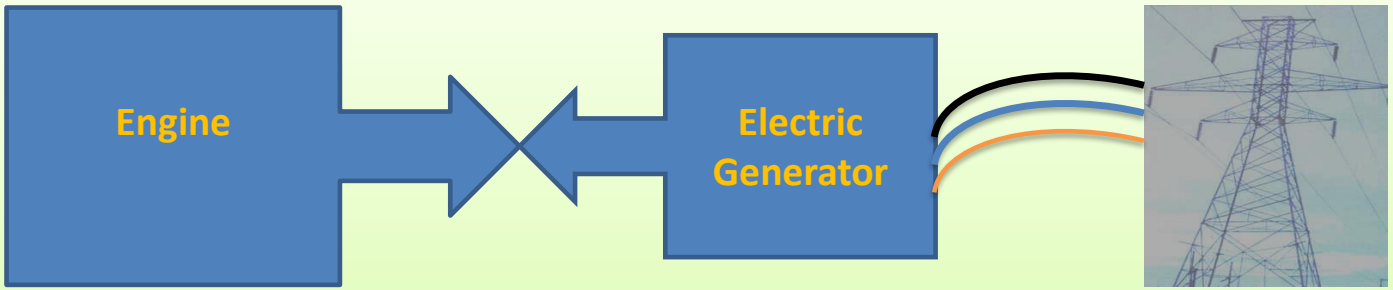
استخدامات هذه المحطات :

- 1- يمكن استخدامها كمحطات أساسية Central P.S
- 2- يمكن استخدامها كمحطات احتياطية Stand- by
- 3- تستخدم كمحطات طوارئ Emergency P.S
- 4- تستخدم كمحطات تعزيز Nursery P.S.

الأجزاء الرئيسية لهذه المحطات Main Parts

- الماكنة Engine .
- منظومة الوقود Fuel System .
- منظومة الهواء Air System .
- منظومة العادم Exhaust Sys. .
- منظومة التبريد Cooling Sys. .
- منظومة التزييت Lubrication .
- البدء Starting Engine .

مخطط لمحطة ديزل



Elec. Generator Alternator المولد الكهربائي

- المولد الكهربائي: العنصر الأساسي في محطة التوليد، يقوم بإنتاج الطاقة الكهربائية
- المولدات في محطات التوليد من نوع المكائن التزامنية Synchronous Machines
- تدار المولدات بسرعة ثابتة تسمى سرعة التزامن Synchronous Speed
- تقوم بتوليد الطاقة الكهربائية بتيار متناوب ثلاثي الأوجه عند جهد ثابت وتردد ثابت أيضا
- جميع المولدات الموجودة في منظومة الطاقة تعمل عند نفس التردد حيث
- يتم ربطها جميعا معا بنظام حلقي Ring
- يتركب من عضو ثابت Stator وعضو دوار Rotor
- العضو الثابت هو نفسه لجميع المولدات
- العضو الدوار مختلف وهذا الاختلاف ينعكس على شكل المولد
- تغذى أقطابه بتيار مستمر
- تتراوح جهود التوليد من 3.3 kv حتى 25kv

الطاقة الشمسية Solar Cell

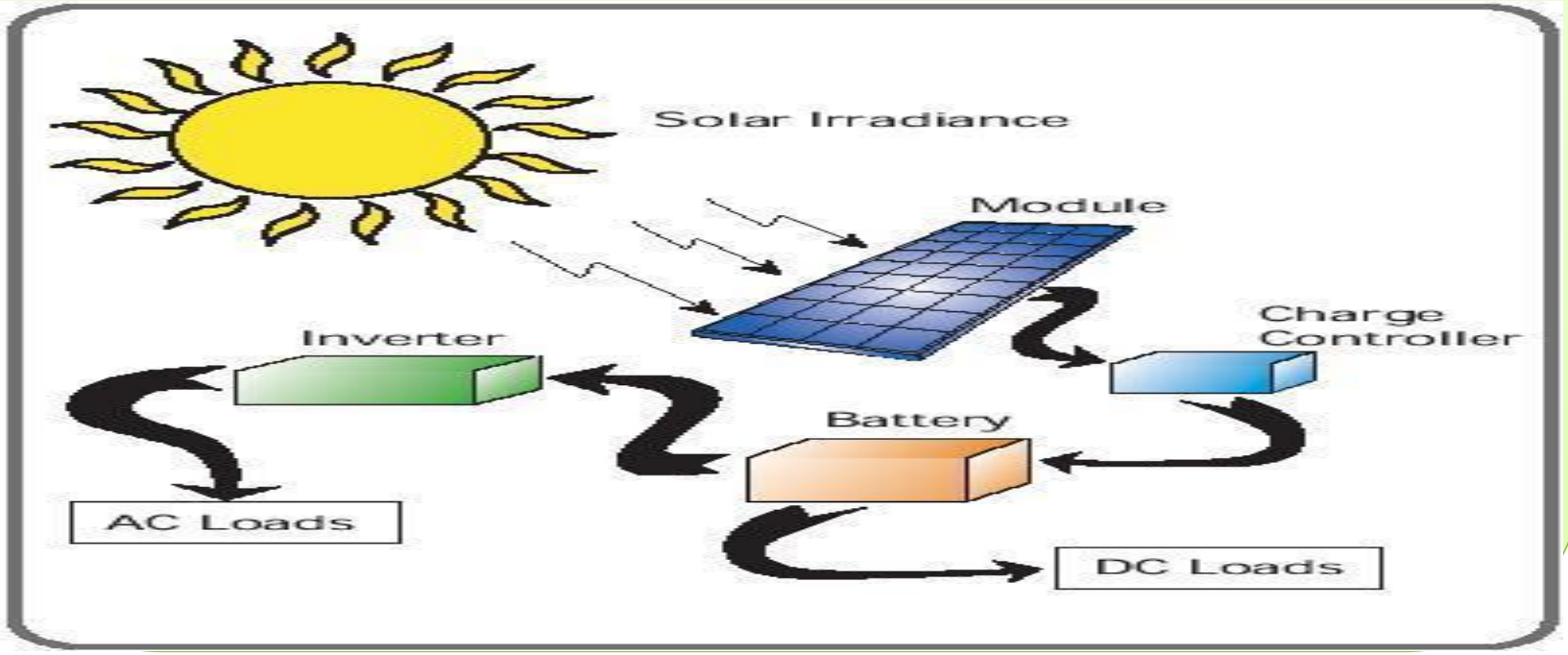
- أشعة الشمس مصدر مهم من مصادر الطاقة والمتوفرة في الطبيعة.
- إنتاج الطاقة الكهربائية بالتحويل الحراري للطاقة الشمسية لا يختلف عن الطرق التقليدية
- تعتبر طريقة التحويل الحراري طريقة غير مباشرة في توليد الطاقة الكهربائية.
- الطريقة المباشرة لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية ترتبط بالخلايا الشمسية
- الخلايا الشمسية مصنوعة غالبا من السليكون تكون على شكل مجاميع تربط مع بعضها.

مساوئ ومحاسن استعمال الخلايا الشمسية

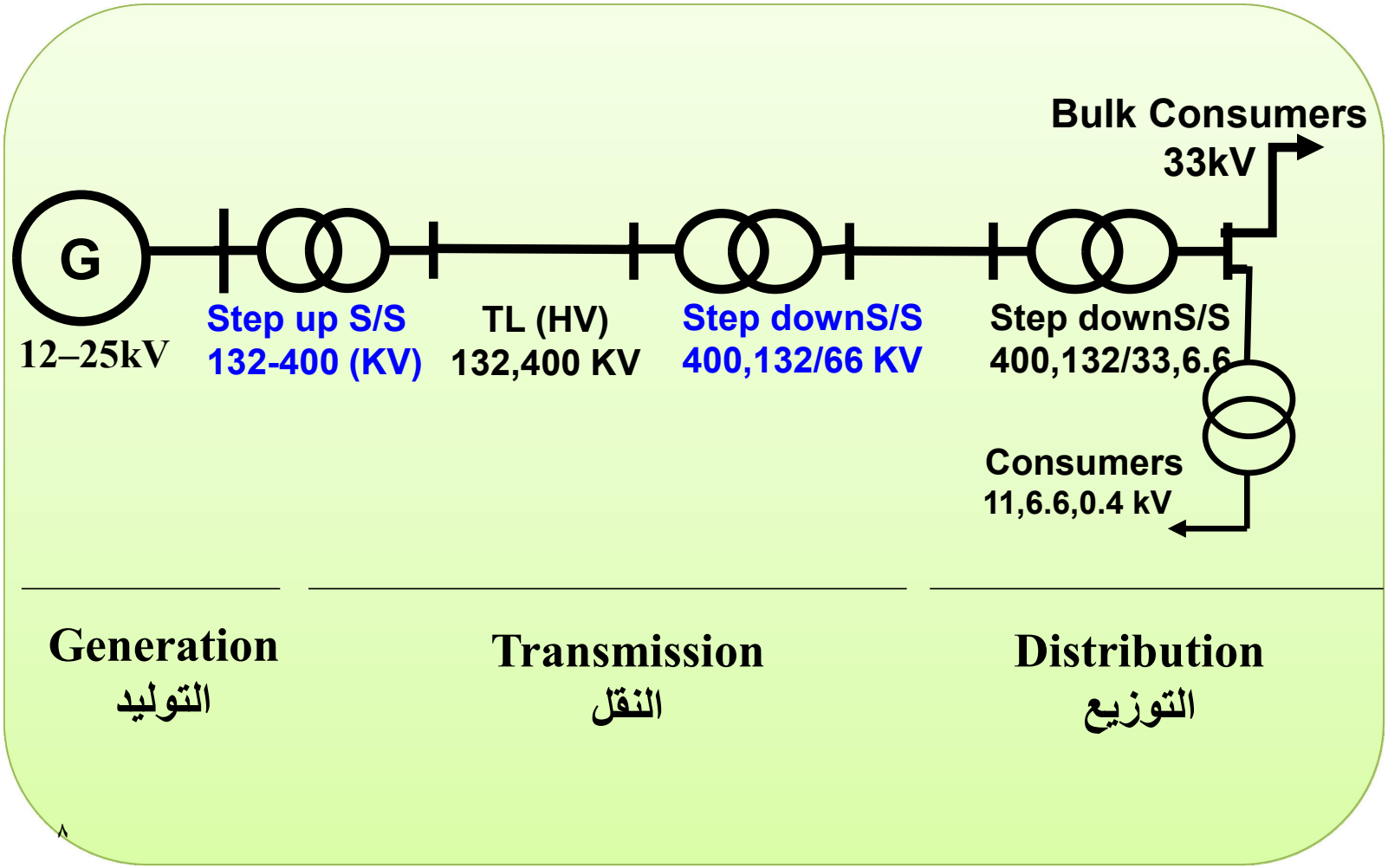
- الطاقة الكهربائية المتولدة بفولتية مستمرة D.C. يمكن تحويلها إلى A.C
- تستخدم كمصدر في الأماكن التي لا تتوفر فيها المحطات الاعتيادية.
- كلفتها الأولية عالية وكلفتها التشغيلية قليلة.
- تحتاج إلى مساحات كبيرة من الأرض .
- كفاءتها عالية تتراوح بين (18%-25%) .
- لا يمكن حمايتها من الرياح والإمطار مما يقلل من كفاءتها .
- يمكن تنظيفها باستخدام الماء لذا فان كلفة الصيانة رخيصة .

اختيار موقع هذه المحطات Selection of Site

- توفر كمية من الماء.
- يجب أن تكون بعيدة عن المناطق المأهولة.
- يجب أن تكون قريبة من مراكز الأحمال.
- سهولة المواصلات لنقل المعدات الثقيلة.
- مشكلة التخلص من النفايات .



منظومة الطاقة الكهربائية



لماذا تستخدم محطات التحويل

- رفع الفولتية لأغراض النقل .
- التحكم بالفولتية لخدمة المستهلكين وشبكات التوزيع.
- ربط الوحدات التوليدية (محطات التوليد) معا في نظام موحد للتحكم في سريان الطاقة.
- تحتوي أيضا على تجهيزات ومعدات فصل وتوصيل الدوائر الكهربائية حسب الحاجة
- تشغيل قواطع التيار في حالة حدوث خطا في خط النقل .
- احتواءها على أجهزة الحماية ومحولات الجهد والتيار الخاصة بالحماية وأجهزة القياس.
- زيادة اعتمادية (كفاءة) واستقرارية الشبكات.

وتصنف طبقا لتركيبها

محطات ثانوية (محطات خارج المباني) ويكون فيها الجهد 33kvفأكثر.

محطات ثانوية (محطات داخل المباني).

محطات المحولات خارج المباني Out Door Sub-Station

محطات المحولات التي يكون جهدها (33kv) فما فوق تكون خارج المباني عادة

توضع جميع الأجهزة والمعدات الحاملة للتيار في العراء بدون غطاء واقي .

يتم تثبيت المعدات على هياكل حديدية وأساسات خرسانة

مزايا المحطات خارج :

التوفير في إقامة المباني.

تقليل خطورة امتداد التلف

سهولة تركيب وفك المعدات عند استبدالها أو أصلاحها.

عيوب المحطات خارج المباني :

صعوبة التشغيل والتعامل مع المفاتيح والمعدات المختلفة عندما تكون الأحوال الجوية سيئة.

استخدام مساحات من الأرض كبيرة نسبيا.

تعرض المعدات للأحوال الجوية يستلزم تصميما عالي الكلفة.

المحطات خارج المباني

محطات المحولات داخل المباني
In Door Sub-Stations

- اختيار نوع المحطة فيما إذا كانت خارج المباني أو داخلها
- يعتمد بشكل أساسي على مقدار الجهد الذي تعمل عليه المحطة.
- الجهد المناسب لهذا النوع من المحطات بين 11kv- 6kv
- يتم تحديد إبعاد مبنى المحطة تبعا لحجم المعدات المستخدمة
- والمسافات الواجب تركها بين الأجزاء الحاملة للتيار وأجزاء المحطة الأخرى .
- تتكون المحطات من طابق أو طابقين أو أكثر، حسب القدرة الكلية للمحطة
- تصمم على ضوء ذلك القضبان العمومية وعدد الخطوط وأنظمتها.
- في أحوال قليلة يصار إلى إنشاء محطات داخل المباني، بجهد 110kv
- في حالة عدم توفر المساحات لاستيعاب معدات المحطة
- كذلك إذا احتوى الهواء المحيط على مواد لها تأثير ضار بالمعدات

مكونات المحطات الثانويه

- محولات القدرة
- القواطع الألية
- القضبان العمومية.
- محولات قياس
- المغذيات.
- مفاتيح تأريض.
- أنظمة وقاية.
- نظام شواحن وبطاريات (charger & battery)
- حارفات الصواعق

المحولات

يمثل المحول قلب محطة التحويل، حيث يقوم بعملية تحويل الفولتية من مستوى إلى آخر مع الحفاظ على مستوى ثابت من القدرة (باستثناء خسائر القلب والموصل).

يحتوي المحول على الأنظمة التالية:

نظام التبريد.

أنظمة حماية المحول.

مغيرات الفولتية.

المحولات

نظام تبريد المحول

احد أهم الأنظمة الموجودة في المحولات حيث يقوم بتحسين الأداء و إطالة عمر المحولات.

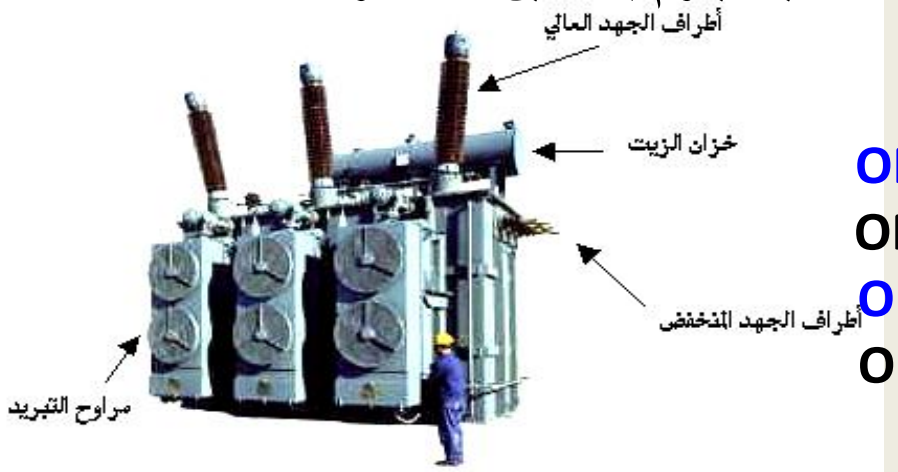
أنظمة التبريد الرئيسية

ONAN (Oil Natural-Air Natural)

ONAF (Oil Natural-Air Forced).

OFAN (Oil Forced-Air Natural).

OFAF (Oil Forced-Air Forced).



الأعمال المدنية

- المباني سواء السكنية أو (مكاتب - مخازن - ورش إصلاح - مجرات تحكم وغيرها.)
- خطوط سكة حديد وأوناش معلقة.
- ممرات كابلات.
- طرق وممرات.
- سياج لحماية أجهزة القطع

- ويتم وضع طبقة من الحصى بعمق (25cm) على كامل المساحة التي تشغلها أجهزة المحطة
- ذلك لمنع احتراق الزيت وانتشاره في حالة تسربه من المحولات والقواطع الزيتية .

الأعمال الكهربائية

- اختيار ترتيب قضبان التوازي
- اختيار أجهزة تعديل الجهد
- اختيار أجهزة الفصل
- اختيار القابلوات
- اختيار محولات القياس
- اختيار نظم التأريض
- اختيار أجهزة القطع
- اختيار الإضاءة
- اختيار كابح الصواعق
- اختيار الحماية من الحريق
- اختيار محولات القوى
- اختيار وسائل الاتصالات
- اختيار نظم الحماية
- اختيار وسائل التغذية الإضافية

ويتم تجهز المحطة بمانعات صواعق من أعمدة من الصلب مدببة الطرف تثبت على الهياكل الحديدية.

يجب توصيل مانعات الصواعق بالأرض بشكل جيد بعد تحديد عددها ومواقع تركيبها.

القضبان العمومية (B.B.)

- القضبان العمومية هي ذلك الجزء الذي يستقبل الطاقة الكهربائية من مصدر أو عدة مصادر ليتم سحب مغذي أو عدة مغذيات من هذه القضبان.
- يجري تثبيت القضبان العمومية (B.B.)والعوازل والقواطع والمحولات على هياكل أو أبراج حديدية أو أساسات خرسانة مسلحة.

القضبان العمومية (B.B.)

أنواع قضبان التوزيع

القضيب المرن Strain bus

- في حالة الجهد العالي تستخدم القضبان المرنة المصنوعة من أسلاك الألومونيوم المجدولة والمدعمة ACSR أو من النحاس .
- يتم تثبيتها على عوازل التعليق Strain typeوتثبت على هياكل أو أبراج حديدية بواسطة سلسلة من هذه العوازل، بحيث تكون قوة الشد بين (900kg-500kg).
- مع ملاحظة إن هذا النوع اقتصادي أكثر من النوع الصلب.
- وإن النوع الصلب يكون ملائم للمحطات خارج المباني أكثر من النوع المجدول .

مادة القضبان Bus conductor material

يعتمد اختيار المادة التي تصنع منها القضبان على عدة عوامل هي :

- تآكل المعدن • قيمة تيار القصر • سعة التيار المار • الفقد في القدرة الكهربائية
- الفقد الديناميكي للرياح والاستاتيكي للثلوج المتراكمة.
- يستخدم الألمونيوم والنحاس وسبائك الألمنيوم المعالجة حراريًا وخاصة في حالة الأنابيب التي تستخدم في الجهد العالي والفائق .
- يتميز الألمنيوم عن النحاس بأنه اقل في الوزن، لصيانة أقل ويكون مقطع موصل الألمنيوم أكبر بحوالي 33% من موصل النحاس.

مخططات محطات المحولات

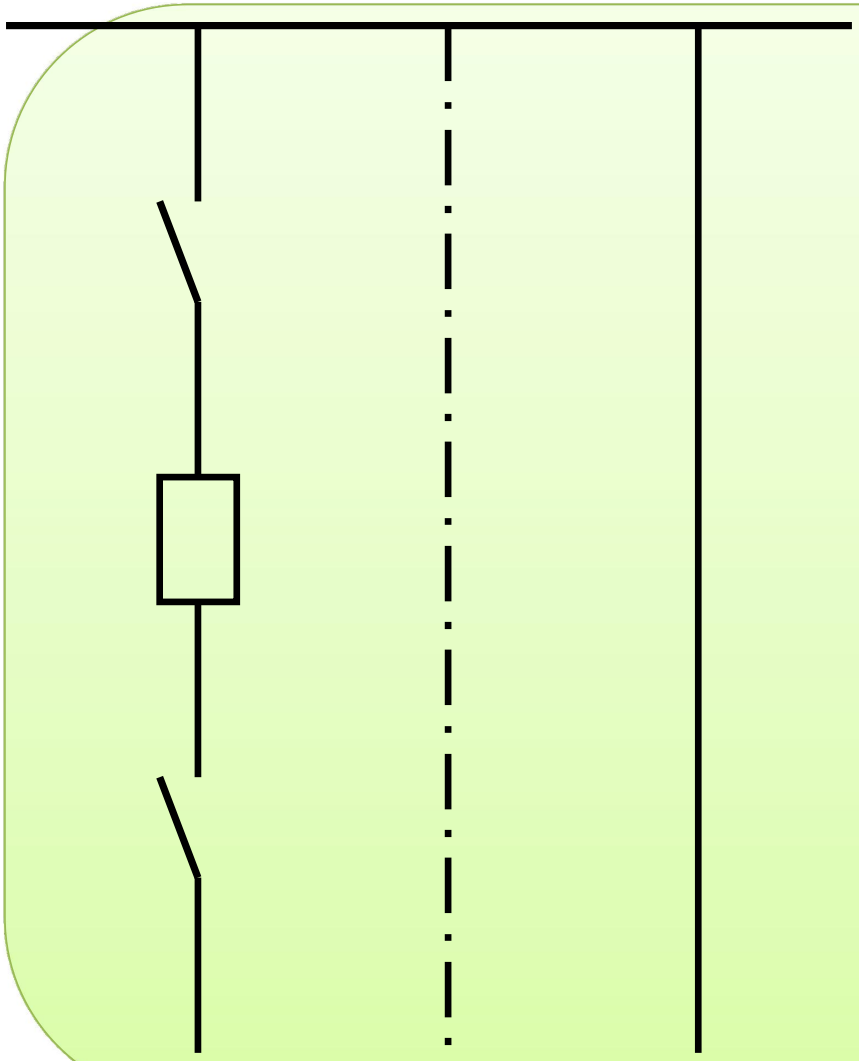
المخططات على أنواع، وتكمن أفضلية أي منها على الأخريات

في إمكانية عزل عناصر الشبكة كل منها عن الأخر عند حدوث الأعطال.

القيام بأعمال الصيانة الدورية

كذلك مرونة تجهيز المستهلكين.

تصنيف أنظمة القضبان العمومية

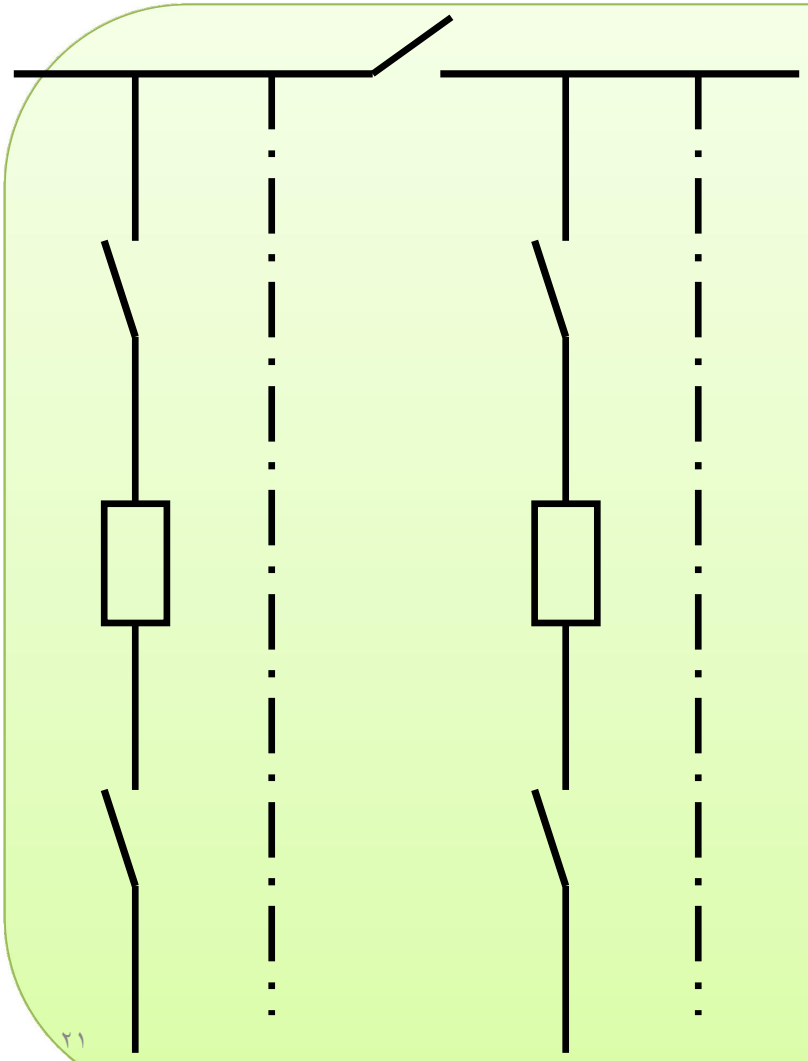


نظام القضبان المفرد
ويكون على نوعين:

نظام القضبان المفرد بدون مجزئ

- هو أبسط أنظمة القضبان
- لا يحتاج إلى معدات كثيرة وإلى مساحات كبيرة
- يستخدم في محطات التحويل ذات الدوائر المحدودة .
- مساوئ هذا النظام أنه إذا حدث عطل على أي جزيء في القضبان
- فإنه يتم إطفاء المحطة بالكامل
- لذا فإنه قليل الاستخدام .

نظام القضبان المفرد بمجزئ



هذا النظام محسن عن النظام المفرد

عند حدوث عطل على جزء من القضبان

يتم فصل الجزء المتضرر ويبقى الجزء أو الأجزاء الأخرى عاملة

كذلك الحال عند عمل الفحوصات والصيانة لجزء من القضبان أو للمبدلات الموصولة على ذلك الجزء ،

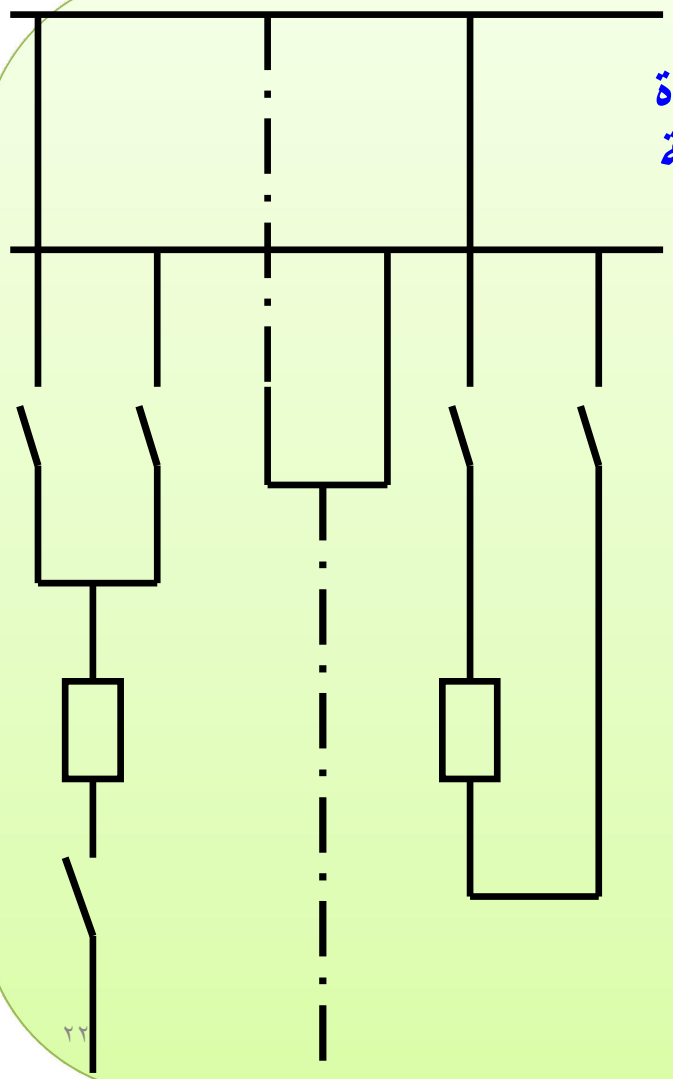
فإنه يتم فصل الجزء المعني فقط .

باستخدام المجزىء يمكن فصل الجزأين عن بعضهما بحيث يمكن لهما أن يعملا بشكل مستقل .

يتم توزيع دوائر المصادر ودوائر الأحمال بالتساوي على جانبي المجزىء.

لا يتطلب معدات كثيرة وهو رخيص التكاليف

نظام القضبان المزدوج



ويكون على نوعين: **النظام المزدوج البسيط**

يستعمل في حالات نقل الأحمال أو المصادر من دائرة لأخرى يتكون هذا النظام من دائرتي قضبان عمومية تسمى الأولى بالرئيسية والثانية بالاحتياطية .

يتخلل كل دائرة منهما مجزئ خاص بها

يوجد دامج يقوم بوصل الدائرتين معاً

النظام المزدوج متعدد القواطع

من مميزات هذا النظام أنه عالي الاعتمادية

يمكن نقل الأحمال فيه من دائرة قضبان لأخرى عند حدوث عطل أو إجراء فحوصات أو صيانة،

يكون الإطفاء جزئياً

يتطلب معدات كثيرة ومساحات كبيرة وبالتالي فهو غالي التكاليف .

ويستخدم هذا النظام في محطات التحويل الرئيسية ذات الأحمال الكبيرة ومحطات التحويل البينية ، أي التي تكون وسطاً بين محطات تحويل أخرى .

محطات التحويل

١ - مقدمة:

تعتبر محطات تحويل الطاقة الكهربائية حلقة الوصل الحيوية للنظام الكهربائي لشبكة النقل الكهربائي ،حيث تربط هذه المحطات الرئيسة بين محطات توليد الطاقة الكهربائية المختلفة في شمال المملكة وشرقها مرورا بمنطقة الوسط وحتى جنوب المملكة ومراكز الأحمال.
وبسبب وجود محطات توليد الطاقة (power plant)في مواقع بعيدة عن مراكز الأحمال حيث تتواجد هذه المحطات قرب مصادر الطاقة مثل البترول والغاز وكذلك مصادر المياه(لتوليد الطاقة والتبريد).ولبعد هذه المواقع عن الأحمال يتطلب إنشاء محطات تحويل لرفع الفولطية وخطوط نقل لنقل الطاقة المولدة للمستهلكين وهذا يتطلب أيضا إنشاء محطات تحويل لخفض الفولطية وتوزيعها في شبكات كهر بائية قريبة من فولطية الأحمال.

٢ - دور محطات التحويل في النظام الكهربائي:

- رفع فولطية خطوط النقل المربوطة مع محطات التوليد.
- ربط محطات التوليد مع النظام الكهربائي.
- تخفيض فولطية النظام الكهربائي من اجل توزيعها في كبلات وخطوط نقل متعددة الفولطية.
- تنظيم فولطية خطوط النقل بواسطة مبدل الفولطية على حمل(OLTC).
- تحسين معامل القدرة بواسطة المواسعات(Capacitor Banks).
- تحسين الفولطية بواسطة المحاثات(Reactors).
- إغلاق وفتح خطوط النقل والكبلات.
- تحتوي على الحمايات الخاصة للمولدات والمحولات والخطوط والمغذيات.
- تنظيم وتحديد مقدار القدرة المنقولة بالنظام وكذلك إطفاء الأحمال حسب أهميتها في حالة حدوث نقص بتوليد الطاقة.

3- مكونات محطات التحويل:

أولاً: المحولات(Transformers)

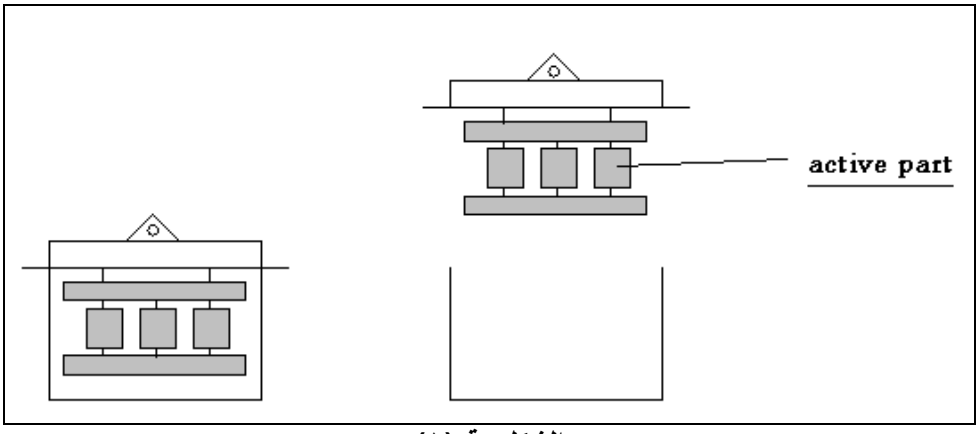
المحولات الكهربائية هي أجهزة كهرومغناطيسية استاتيكية تقوم بتحويل الجهد والتيار الكهربائي من مستوى الى مستوى اخر
- تحوي المحولات ملفين على الأقل متشابك مغناطيسياً ومستقرين ميكانيكياً ، نسمي الملف الموصول مع الشبكة بالملف الأولي والملف الموصول مع المستهلك نسميه بالملف الثانوي .

- أنواع أجسام المحولات

هنالك نوعان:

- **النوع الأول :**

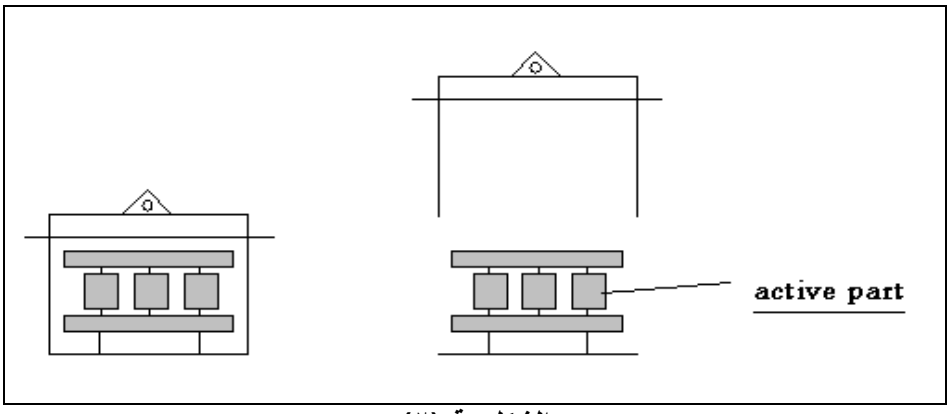
حيث يكون الجزء الفعال مربوط مع الغطاء العلوي كما هو موضح في الشكل رقم(١) وفي هذا النوع عند القيام بأعمال صيانة للمحول حيث نحتاج لفك الجسم الكامل على سبيل المثال نحتاج لرافعة عالية القدرة ولكن لا نحتاج لتفريغ الزيت بشكل كامل من جسم المحول.



الشكل رقم(١)

- **النوع الثاني**:

وفي هذا النوع يتم ربط الجزء الفعال مع قاعدة المحول وفي حالة الصيانة مثلا لا نحتاج لرافعة عالية القدرة ولكن نحتاج إلي تفريغ الزيت بشكل كامل كما هو موضح في الشكل رقم (٢).



الشكل رقم(٢)

أنظمة التبريد للمحولاتCooling Systems

- ONAN : Oil Natural Air Natural-

يكون التبريد بواسطة الزيت بشكل طبيعي حيث يصعد الزيت الحامي لأعلى المحول وبالتالي إلى المشعات و الزيت البارد إلى اسفل المحول من المشعات وهذه خاصية طبيعية بالزيت .
والتبريد بواسطة الهواء أيضا بشكل طبيعي حيث يتم تبريد الزيت في المشعات بواسطة الهواء الطبيعي.

- ONAF -: Oil Natural Air Forced

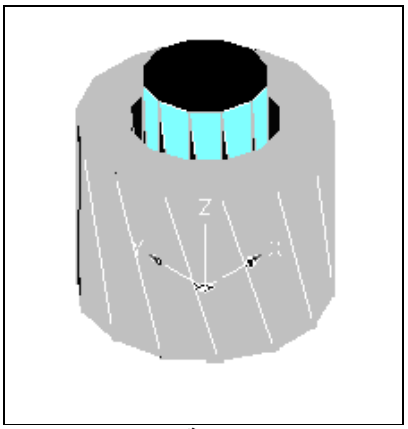
التبريد بالزيت يتم بشكل طبيعي والهواء بواسطة مراوح مركبة على المشعات.

- OFAF -: Oil Forced Air Forced

التبريد بالزيت يتم بواسطة ضخ الزيت بمضخات مركبة على أنابيب التبريد الرئيسية، والهواء بواسطة مراوح.

أنواع قلب الملفات

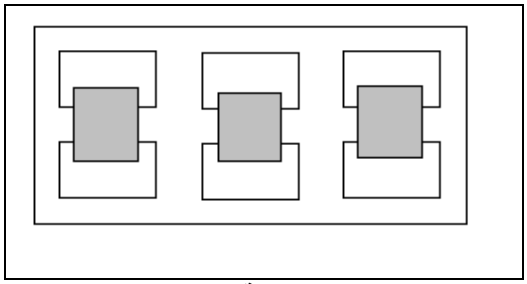
النوع الأول(Core Type):-
حيث يتم لف الملفات بشكل أسطواني عامودي حول القلب الحديدي كما في الشكل رقم (٣)



الشكل رقم (٣)

النوع الثاني(Shell Type):-

حيث تكون الملفات أسطوانية ولكن بشكل أفقي كما هو موضح في الشكل رقم(٤) حيث يمثل مسقط علوي.



الشكل رقم(٤)

أنواع المحولات Type of Transformer
من حيث عدد الأطوار :

- أحادى الأطوار (single phase).
- ثلاثي الأطوار (three phase).

من حيث التوصيل :

- Conventional transformer
- Autotransformer

ثانياً:- القواطع الآلية CIRCUIT BREAKERS.

إن الهدف من القواطع الآلية المستخدمة في محطات التحويل هو إطفاء الشرارة التي تحدث عند عمل القاطع في الحالات العادية وفي حالة حدوث عطل،و يتكون القاطع من الأجزاء التالية:

- **حجرة الإطفاء(ExtinguishingChamber)**: حيث يتم إطفاء الشرارة، فعندما ينفصل الجزء المتحرك(Moving Contact) عن الجزء الثابت(Fixed Contact) يحصل خلخلة للضغط في المنطقة ما بين الجزء الثابت و الجزء المتحرك تعمل على إجبار الوسط العازل(زيت أو غاز) لإطفاء للشرارة المتكونة مع العلم أن ضغط الغاز في الحجرة يصل إلى ٧ بار.

- **الآلية(Mechanism)**: تعمل الآلية على تحريك الجزء المتحرك في القاطع لينفصل عن الجزء الثابت، و هنالك عدة أنواع :
  - **هوائية**: ويتكون هذا النظام من:
    - ضاغطة(Compressor).
    - اسطوانة تعمل على تخزين الهواء المضغوط.
    - صمامات(Valves).
    - أنابيب(Tubes).
    - مكبس (Piston)

    حيث يتم ضغط الهواء داخل الاسطوانة حيث يصل هذا الضغط إلى ١٧ بار عن طريق الضاغطة (Compressor) و عند الفصل أو التوصيل يتم تحرير هذا الضغط و توجيهه إلى مكبس (Piston) ويقوم هذا المكبس بدوره بتحريك الجزء المتحرك إما وصل أو فصل حسب الأمر المعطى.

  - **هيدروليكية**: ويتكون هذا النظام من :
    - مضخة(Pump).
    - زيت هيدروليكي(Hydraulic).
    - خزان زيت احتياط(Conservator).
    - اسطوانة فيها غاز النيتروجين بالإضافة إلى الزيت ليكوّن ما يسمى (Accumulator) الذي يعمل على تخزين الطاقة مثل الزنبرك.
    - صمامات(Valves).
    - أنابيب(Tubes).
    - مكبس(Piston).

    تعمل المضخة على ضغط الزيت الهيدروليكي الذي يقوم بدوره بضغط النيتروجين الموجود في الـ (Accumulator) ليتم تخزين هذه الطاقة لحين الحاجة إليها، فعند إعطاء إشارة للقاطع إما غلق أو فتح يتم توجيه الزيت المضغوط إلى المكبس

(Piston) و الذي يقوم بدوره بتحريك الجزء المتحرك داخل غرفة إطفاء الشرارة عن طريق ذراع توصيل (Connecting Rod).

- **زنبركيه**: ويتكون هذا النظام من :
  - زنبرك(Spring).
  - محرك(Motor).

و في هذا النوع يتم شحن زنبرك بواسطة محرك عند الحاجة الى عملية فصل أو وصل يتم تحرير الزنبرك المشحون ليقوم بتحريك الجزء المتحرك، ويعتبر من أفضل الآليات المستخدمة و أكثرها موثوقية.

- **جسم القاطع:**
  - ففي حالة المحطات الخارجية يكون الجسم هو عبارة عن عازل بورسلان ليتم عزل الأجزاء الفعالة عن الأجزاء الموصولة بالأرض.
  - و في حالة المحطات الداخلية يكون الجسم من معدن و داخل هذا الجسم غاز العزل الذي يعزل جميع الأجزاء المكهربة عن الأجزاء الموصولة بالأرض و لذلك نجد أن حجم المحطات الداخلية اقل بكثير من المحطات الخارجية.
- **الوسط العازل**: هنالك نوعان من أنواع العزل المستعملة حاليا:
  - **غاز الـ (SF6)** و الذي يمتاز:
    - بقدرته العالية على العزل و حتى على ضغط يساوي الضغط الجوي.
    - قدرته على إعادة تشكيل نفسه بعد أن يتعرض للشرارة التي تعمل على تحلل الغاز.
    - العمر الطويل.
    - غير سام.
    - لا لون و لا رائحة.
    - غير قابل للاشتعال بل يطفي الشرارة.
  - **مفرغ من الهواء**
  - **الزيت**:
    - القدرة على إطفاء الشرارة.
    - لا حاجة لوجود الضغط.

و لكن :

- تكون الكربون بعد كل عملية إطفاء و بالتالي الحاجة إلى تبديل الزيت.
- يستعمل للفولتيات المتوسطة و المنخفضة.

و بناءا على ما سبق من تفصيل فإن للقواطع عدة أنواع:-

١- من حيث مستوى الفولتية:

فهي قواطع ٤٠٠ ك.ف، ١٣٢ ك.ف، ٣٣ ك.ف ، ١١ ك.ف،٦,٦ك.ف و٠,٤ك.ف.

٢- من حيث العزل:-

- زيتية: حيث يستخدم في قواطع الـ ٣٣ك.ف و قواطع الـ ١١ ك.ف.
- غازية(غاز SF6):حيث يستخدم في قواطع ١٣٢ ك.ف ، ٣٣ ك.ف و قواطع ٤٠٠ ك.ف.

٣- من حيث الآلية

- هوائي (Pneumatic)
- هيدروليكية
- زنبركي (سبرنك)

ثالثاً:- الفواصل (ISOLATORS) .

إن الهدف من استخدام المستعزلات في محطات التحويل هو العزل المرئي للجزء الذي نريد القيام بالصيانة عليه، سواء أكانت الصيانة طارئة للعطل الذي حصل ، أو صيانة مبرمجة من قبل المسؤولين عن المحطة.

وعادةً ما تكون المستعزلات على جنبي القاطع الآلي ، ويكون بينها وبين القاطع الآلي نظام تقافل بحيث لا يمكن فتح المستعزلات إلا عندما يكون القاطع مفتوحاً.

وتقسم المستعزلات إلى قسمين، من حيث الآلية :-

- يدوي(Manual): حيث يوجد في المحطات الخارجية (١٣٢ ك.ف).
- آلي (Motorized): كما في محطة الـ ٤٠٠ ك.ف الجديدة في القطرانة ومحطات (GIS).

رابعاً: - محولات التيار و الفولتية (CT &VT)

محول التيار(Current Transformer):

- يقوم هذا النوع من المحولات بتحويل التيارات العالية إلى تيارات قليلة جدا عادة ١ أمبير أو ٥ أمبير لنتمكن من التعامل مع هذا التيار بشكل آمن و من اجل استخدام معدات صغيرة يمكن التعامل معها.
- يتم تصنيف محولات التيار إلى (Classes) و ذلك حسب الاستخدام (للحماية أو للقياس).

- من أهم الشروط التي لا بد منها هي أن تكون الجهة الثانوية للمحول دارة مكتملة و أن لا تفتح أثناء عمل المحول.
- الجهة الابتدائية للمحول(Primary) هي عبارة عن الموصل أي لفّة واحدة بينما الجهة الثانوية فتتكون من آلاف اللفات.

محول الفولتية(Voltage Transformer):

- يقوم هذا النوع من المحولات بتحويل الفولتيات العالية إلى فولتيات قليلة جدا عادة ١١٠ فولت لنتمكن من التعامل مع هذه الفولتية بشكل آمن و من اجل استخدام معدات صغيرة يمكن التعامل معها.
- من أهم الشروط التي لا بد منها هي أن لا تكون الجهة الثانوية للمحول دارة مقصورة أثناء عمل المحول.
- أنواع هذه المحولات:

  - محولات الفولتية السعوية(C.V.T).
  - محولات الفولتية الحثية (I.V.T).

خامساً:- مانعات الصواعق (SURGE ARRESTER) .

تستخدم هذه الحاذفات في المحطات من أجل حماية المحولات والكبلات من الصواعق الكهربائية الحادة التي تعمل على تدمير المحطة كاملة بتدميرها للمحولات، لذلك توضع هذه الأجهزة قبل المحولات وقبل نهايات الكبلات.

سادساً: -النواقل.

- **الموصلات(Conductors):**

إن الموصلات المستخدمة في المحطات هي من النحاس، و الموصلات المستخدمة في الخطوط من الألمنيوم.

- **الكبلات(Underground Cables):**
  - من حيث شكل الموصل النحاسي:
    - دائري(Circular).
    - مقسّم(Segmental).
  - من حيث العزل(Insulating Material):
    - ورقي مغطس بالزيت.
    - Cross Linked Poly Ethylene (XLPE) .
  - من حيث الحماية الخارجية (Sheath):
    - نحاسي.
    - ألمنيوم.
    - رصاصي.

٤- أنواع محطات التحويل حسب طبيعة عملها:

تقسم محطات التحويل حسب طبيعة عملها إلى الأتي:

- محطات رفع فولطية(Step up) وهذه المحطات المتواجدة في محطات التوليد.
- محطات النقل حيث تقوم هذه المحطات بتحويل الفولطية العالية والفائقة إلى فولطيات اقل (Step down) من اجل توزيعها على الشبكات مثال على ذلك محطة تحويل الحيدرية ٤٠٠/١٣٢/١١ ك.ف.
- محطات تحويل لتوزيع الكهرباء الرئيسية ودورها يقوم على تحويل الفولطية العالية إلى فولطية متوسطة لتغذية الأحمال الكبرى وخطوط تغذية محطات توزيع الكهرباء (١٣٢/٣٣/١١، ٣٣/ ١١ ك.ف).
- محطات فرعية حيث تقوم هذه المحطات بتحويل الفولطيات المتوسطة إلى فولطية المستهلك (٣٣/١١ ك.ف).

٥- أنواع محطات التحويل من حيث التركيب:

تقسم محطات التحويل من حيث التركيب إلى الأنواع التالية:

محطات تحويل خارجية(Air insulated switchgear)

حيث تكون جميع المعدات للمحطة من النوع الخارجي(outdoor type) وتشمل جميع المعدات الخاصة بالفولطيات (٤٠٠,١٣٢,٣٣ ك.ف) وتركب جميع هذه المعدات في الساحة الخارجية للمحطة ما عدا معدات التحكم والحماية(control&protection Equipment)تركب في مبنى التحكم للمحطة(Control Building).

كذلك يوجد بعض محطات التحويل الخارجية تكون معدات الجهد المتوسط مركبة داخل مبنى التحكم الخاص بالمحطة (Indoor Switchgear) .

محطات تحويل داخلية(Indoor Substation)

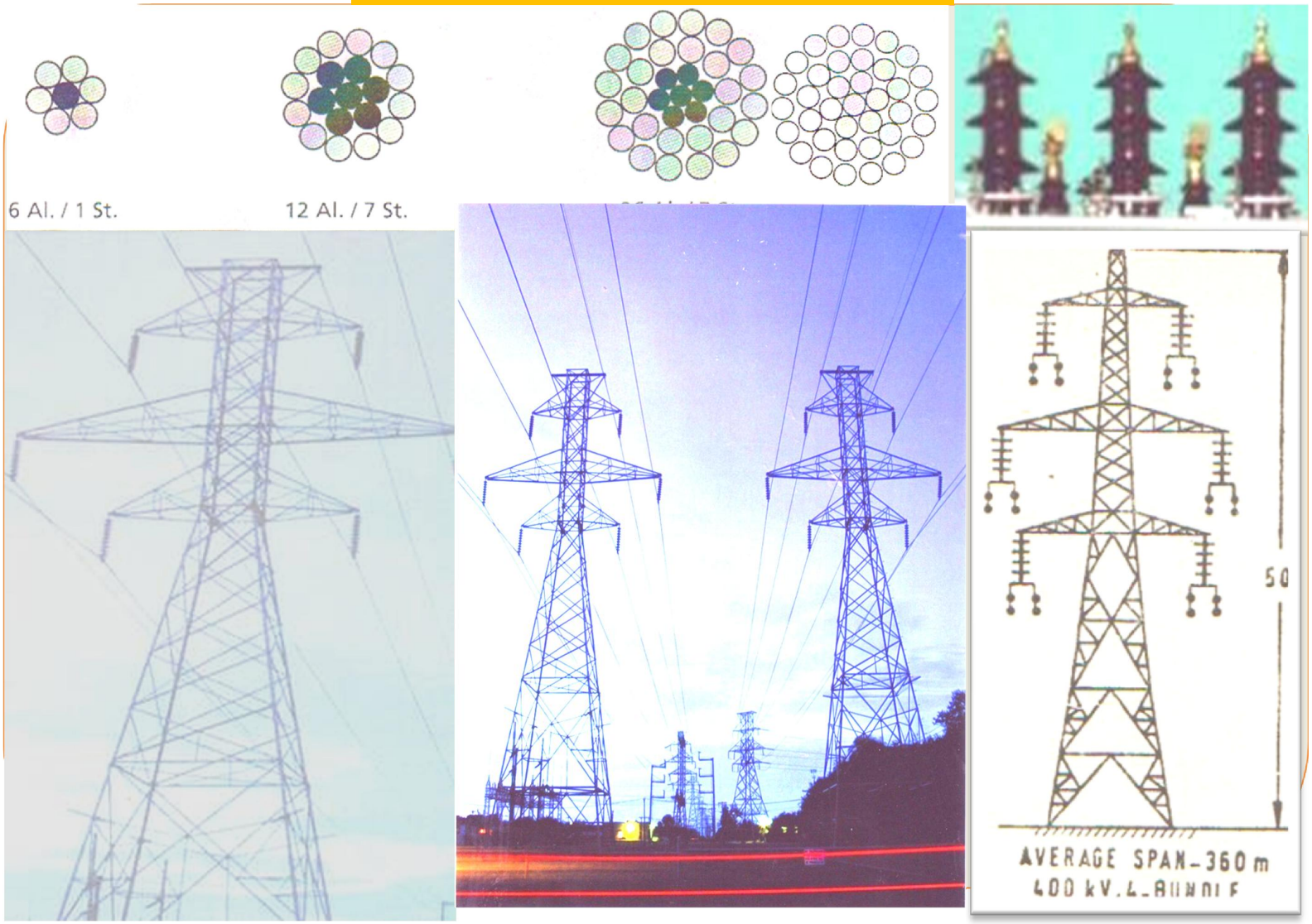
يحتوي هذا النوع من المحطات على معدات مركبة داخل مبنى المحطة حيث تكون القواطع الكهربائية للفولطيات الفائقة والعالية من النوع المغلف بالمعدن والمعزول (Gas Insulated Switchgear)بغاز سادس فلوريد الكبريت(SF6).

اما قواطع الضغط المتوسط(MV Switchgear) فتكون من النوع الداخلي أو من النوع المغلف بالمعدن والمعزول بغاز سادس فلوريد الكبريت(SF6).

خطوط النقل الهوائية (المعلقة)
Over Head Transmission Lines

- تستخدم خطوط النقل الهوائية في نقل القدرة الكهربائية من محطات التوليد إلى مناطق التوزيع .
  - يتم ذلك من خلال عدد من المحطات الثانوية (Sub-stations) .
- تتكون خطوط النقل في حالة التيار المتناوب (A.C.) من دائرة مفردة ثلاثية الوجه أو من دائرة مزدوجة ثلاثية الوجه أيضا .
- تستخدم موصلات (Conductors)عارية (غير معزولة) من النحاس أو الألمنيوم
  - تحمل خطوط النقل خطوط النقل على أبراج (Towers) أو أعمدة (Poles).
- تستخدم عوازل (Insulators) كهربائية تركب عل الأبراج لعزل الموصلات .
  - يتم تحديد جهد النقل على أساس طول الخط بالعلاقة (kv = km x 650)

الابراج(Towers)



خطوط النقل الهوائية (المعلقة)
المزايا ، العيوب ، الخواص

- **المزايا**
- سهولة تحديد الاعطال .
- سهولة الانشاء .
- تكاليف الانشاء اقل مما هي عليه في حالات القابلوات الارضية .
- تستخدم خارج المدن .
- **العيوب**
- استخدامها داخل المدن فيه شيء من الخطورة لذا يجب استخدام القابلوات .
- احتمال تعرضها للأعطال اكثر مما هي عليه في حالة القابلوات.
- **الخواص**
- مادة الموصلات المستخدمة في خطوط النقل المعلقة .
- الموصلية حيث يجب أن تكون عالية لتقليل هبوط الجهد على الموصل .
- توفر المتانة الميكانيكية اللازمة تجاه قوة الشد المسلطة على الموصلات أثناء تثبيتها على الأبراج

تركيب الموصلات والأبعاد بينها

- تثبت الموصلات على رؤوس مثلث متساوي الأضلاع حتى جهد 132k
- في هذه الحالة تكون محاثات ومتسعات الأطوار الثلاثة متساوية
- يتم تركيب الموصلات على خط مستقيم أفقي أو عمودي لاعتبارات ميكانيكية.
- يستعمل التركيب الأفقي في حالة الخطوط الأحادية الدائرة
- في حين يستعمل التركيب العمودي في حالة الخطوط الثنائية الدائرة.
- في كلتا الحالتين يجب تبادل المواقع بين الموصلات transposition وعلى مسافات
- تحديد الأبعاد بين الموصلات يتم بالعلاقة $D = 0.7(\sqrt{S}) + kv/150$.

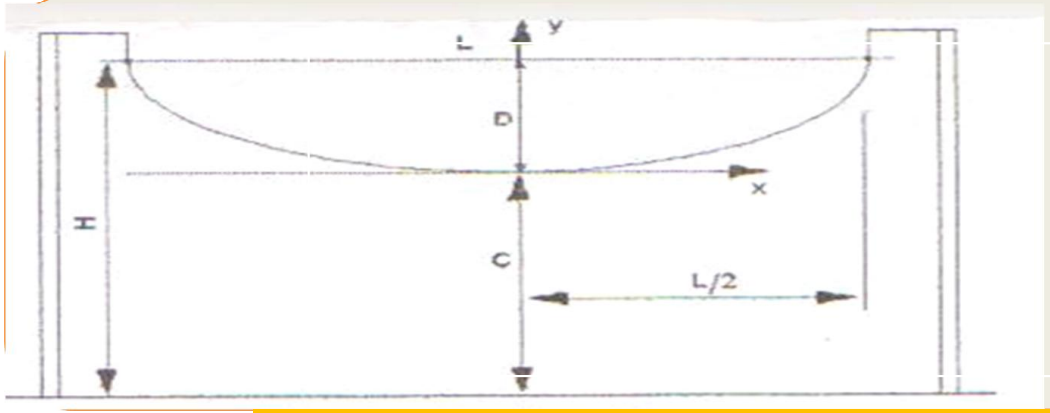
الموصلات المستعملة في خطوط النقل

- تتكون موصلات الخطوط الهوائية من أسلاك عارية مفتولة (مجدولة).
- في حالات لا يزيد فيها قطر الموصل عن 16mm يمكن استخدام موصلات صلبة .
- العوامل التي تؤثر في اختيار مادة الموصل هي :
- الموصلية – المقاومة الميكانيكية – الوزن .
- أما المواد الشائعة الاستخدام في صنع الموصلات هي:
- النحاس – سبائك النحاس .
- الألمونيوم – سبائك الألمنيوم – الألمونيوم والصلب.

التصميم الميكانيكي لخطوط النقل
Mechanical Design of O.H.T.L.

- يتم تصميم خط النقل المعلق بحيث يتحمل أسوأ الظروف المتوقعة وليس الممكنة .
- يكون سكون الرياح وارتفاع درجة الحرارة أكثر ملائمة لخطوط النقل .
- لان القوة الوحيدة المؤثرة في هذه الحالة هي وزن الموصل (Wc) فقط .
- ارتفاع درجة الحرارة تسبب زيادة الارتخاء(S) وهذا يتطلب زيادة عدد الابراج.
- إما انخفاض درجة الحرارة فانه يؤدي إلى تقليل الارتخاء (الترخيم)
- إذا رافق انخفاض درجة الحرارة تغليف الموصلات بطبقة ثلجية وزنها (Wi)
- فان ذلك يؤدي إلى زيادة الوزن لنفس وحدة الطول من الموصل .
- كذلك تأثير الرياح بقوة مقدارها (Ww)يؤدي إلى زيادة الوزن الكلي (Wt).
- على ضوء ما تقدم تكون العوامل المؤثرة في التصميم الميكانيكي
- (درجة الحرارة، الثلوج، الرياح، وزن الموصل، قوة الشد)

الأبراج مثبتة بنفس المستوى



X = (span/ 2)المسافة بين البرج واوطا نقطة بالموصل(m).

T = (٢/أقصى شد) الشد المسموح في الموصل(kg).

S= الارتخاء في الموصل (m) .

Wt= هو الوزن الكلي للموصل(kg/m).

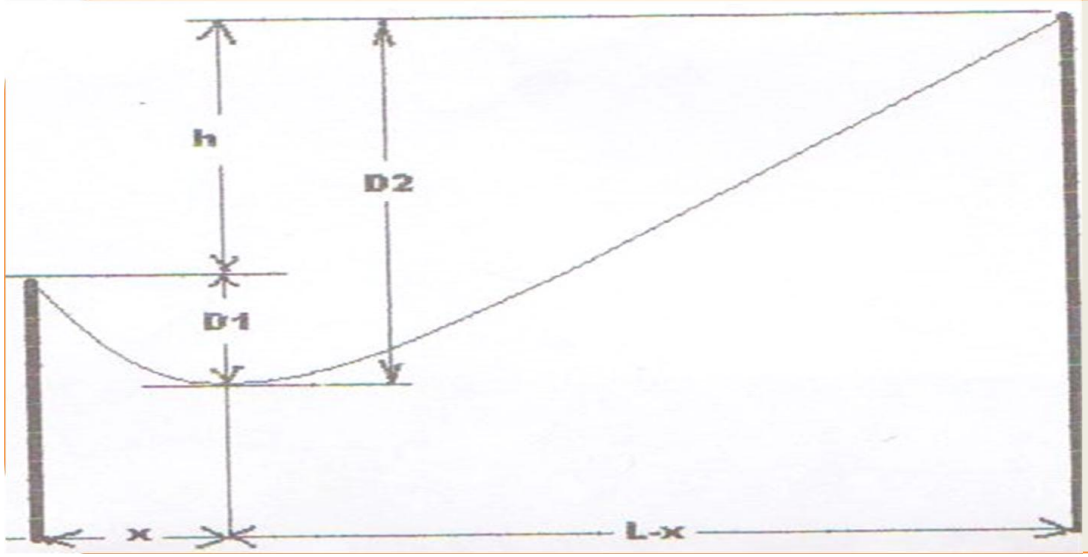
ولحساب ارتفاعات الأبراج H = S+CL+D

حيث H= ارتفاع البرجm ()

CL= الخلوص (m)

D = المسافة بين كل موصل وآخر (m)

برجين يعبران نهر



مادة الشبكات الكهربائيه

الاسبوع الرابع

الفئه المستهدفه :ــ الصف الثاني (قوى وشبكات)

الموضوع :ــ الخطوط الهوائيه لنقل الطاقه الكهربائيه

الافكار المركزيه :ــمعرفة الوظيفه الاساسيه لخطوط النقل الكهربائي في نقل القدره الكهربائيه من مكان الى آخر

الاختبار القبلي:ــ ضع عبارة صح او خطأ على العبارات التاليه:ــ

1. يجب ان يكون الجهد ثابتا" على طول خط النقل
2. اختيار مادة الموصل يخضع لعدة اعتبارات منها المسافه بين البرجين ومقدار الترخيم
3. من العوامل المؤثره على الترخيم وزن السلك وقوة الشد
4. الثلوج والرياح لا تؤثرعلى قيمة الترخيم في الخطوط الهوائيه
5. المسافه الافقيه بين البرجين لا تعتمد على فولتية الخط وحجم الموصلات

٢ -١. مقدمة

الوظيفة الأساسية لخطوط النقل الكهربائي هي نقل القدرة الكهربية من مكان إلى آخر، والمكون الرئيسي لخط النقل هو الموصل حيث إن الموصل هو الناقل الفعلي للطاقة الكهربيّة أما باقي تركيبات خطوط النقل فهي إما لحمل وتثبيت الموصل أو لعزل الموصلات عن الأرض وعن بعضها البعض، وخطوط النقل الكهربائي غالبا ما تكون في صورة خطوط نقل هوائية فوق الرأس، ويطلق عليها الخطوط الهوائية لكون الهواء هو العازل الرئيسي بين الموصلات وبعضها حيث تستخدم الموصلات المكشوفة غير المعزولة محمولة على أبراج لرفع هذه الموصلات عن سطح الأرض بمسافة كافية لتوفير الأمان، وكذلك للحفاظ على المسافة بين الموصلات ثابتة، وتكون الموصلات معزولة عن جسم البرج باستخدام عوازل من البورسلين أما على طول مسار الخط يكون الهواء هو العازل بين الموصلات والأرض وبين الموصلات وبعضها.

وخطوط النقل يجب أن تتوافر لها الخصائص الآتية:

- يجب أن يكون الجهد ثابتا على طول الخط
- يجب أن يكون الفقد في القدرة أقل ما يمكن حتى تكون كفاءة النقل عالية وتكلفة النقل أقل ما يمكن
- يجب أن لا يتسبب الفقد في القدرة في تسخين الموصل لدرجة تسبب تغييرا في الخواص الكهربية والميكانيكية للموصل
- يجب أن يتحمل الموصل الإجهاد الميكانيكي الواقع عليه نتيجة وزنه وكذلك نتيجة لتراكم الثلوج أوتأثير ضغط الرياح عليه

وسوف نتعرف في هذا الباب على أهم الاعتبارات الخاصة بتركيبات خطوط النقل الهوائية حيث سنتعرف على أهم المواد المستعملة في صناعة موصلات خطوط النقل وكذلك على الأشكال المختلفة لأبراج خطوط النقل الكهربائي.

وحيث إن الترخيم في الموصلات من أهم الاعتبارات التي يجب أن تؤخذ في الحسبان عند تصميم وإنشاء خط النقل لما له من علاقة مباشرة بالإجهاد الميكانيكي المؤثر على الموصل ولأن مقدار الترخيم يحدد مقدار الخلوص بين الموصل والأرض والذي يجب أن لا يقل عن حد معين يتم تحديده تبعا لمستوى جهد الخط طبقا لاشتراطات الأمن والسلامة المعمول بها في هذا المجال فإننا سوف ندرس كيفية حساب الترخيم عندما يكون الخط معلقا بين برجين متماثلين على أرض مستوية، وكذلك عندما تكون نقاط تثبيت الموصل ليست على نفس المستوى وذلك عندما يكون الموصل معلقا بين برجين مختلفين أو عندما

يكون مسار الخط مارا بمنطقة جبلية أو هضابية. وسندرس ايضا كيفية حساب تأثير تراكم الثلوج وضغط الرياح على مقدار الترخيم والشد في الموصل.

٢_٢. المواد المستعملة في صناعة الموصلات

الموصل هو الجزء الرئيس في خط النقل حيث إنه هو الناقل الذي يقوم بنقل الطاقة الكهربية من مكان إلى آخر والموصلات المستخدمة في خطوط النقل غالبا ما تكون مكشوفة أي غير مغطاة بمادة عازلة وتكون معلقة بين أعمدة أو أبراج تبعد عن بعضها مسافات قد تصل في بعض الأحيان أكثر من ٢٥٠ مترا وهذه المسافة تعرف بباع البرج أو بحر السلك "span".

وكون الموصل معلقا يجعله دائما واقعا تحت تأثير وزنه الذي يؤثر رأسيا إلى أسفل مسببا إجهاد شد في الموصل، ولذلك فإنه يجب أن تكون المادة التي يصنع منها الموصل ذات متانة ميكانيكية عالية تجعلها تتحمل الإجهاد الواقع عليها، وأن تكون خفيفة الوزن حتى تكون قوة الشد المؤثرة على الموصل قليلة وحتى يمكن زيادة المسافة بين الأبراج لتقليل تكلفة إنشاء الخط، وعموما فإن اختيار مادة الموصل في خطوط النقل يخضع لعدة اعتبارات:

- المسافة بين البرجين و مقدار الترخيم المسموح به
- الشد في الموصلات
- ما إذا كان الجو المحيط يحتوي على مواد أكالة أي تسبب تآكل الموصلات أم لا
- هل سيكون الخط معرضا للاهتزازات أم لا
- الفقد في القدرة على الخط
- الهبوط في الجهد على الخط
- الطقس والعوامل المناخية في موقع الخط
- مساحة مقطع الموصل أو حجم الموصل ويتم تحديد حجم الموصل بناءً على مجموعة من الاعتبارات كالهبوط في الجهد والسعة الحرارية للموصل واعتبارات اقتصادية خاصة بتكلفة الموصل.

والمواد التي يمكن استخدامها في صناعة الموصلات كثيرة كالنحاس والألومونيوم وغيرها، وللحكم على مناسبة أي منها لصناعة موصلات خطوط النقل يلزم المفاضلة بين الخصائص الميكانيكية (كالمتانة الميكانيكية ومعامل المرونة ومعامل التمدد الحراري) والخصائص الكهربية (كالموصلية) لكل من هذه المواد واختيار المادة التي لها أفضل مجموعة من الخواص بأقل تكلفة، وفيما يلي سنتعرف على خصائص المواد المستعملة في صناعة الموصلات.

الموصلية Conductivity

يجب أن تكون المادة التي تصنع منها موصلات خط النقل ذات موصلية عالية وذلك حتى يكون الفقد في القدرة على الخط أقل ما يمكن حتى تكون عملية النقل اقتصادية. حيث إن الفقد في القدرة (P_L) في خط ثلاثي الأوجه يمكن حسابه كالآتي:

$$P_L = 3I^2R \qquad (٢.١)$$

$$R = \frac{L}{\sigma . a} \qquad (٢.٢)$$

حيث R هي مقاومة موصل الوجه الواحد مقدرة بالأوم (Ω)

L طول الموصل مقدرا بالمتر (m)

(a) مساحة مقطع الموصل مقدرة بالمتر المربع (m^2)

(σ) الموصلية للمادة المصنوع منها الموصل مقدرة بالأوم.متر (Ω.m)

وواضح من المعادلة (٢.٢) أنه كلما زادت الموصلية قلت مقاومة الموصل وقل بالتبعية الفقد في القدرة في الخط، وإذا زادت الموصلية يمكن أيضا استخدام موصلات ذات مساحة مقطع أقل مما يؤدي إلى توفير في مادة الموصل وتوفير في تكلفة الموصل المستخدم.

المتانة الميكانيكية Mechanical Strength

تقاس المتانة الميكانيكية بأقصى إجهاد تتحمله المادة، وعادة ما تستخدم نسبة المتانة إلى الوزن للمفاضلة بين المواد المختلفة حيث إنه كلما كانت نسبة المتانة إلى الوزن أكبر أمكن زيادة خطوة البرج وتقليل تكلفة إنشاء الخط.

معامل المرونة Modulus of Elasticity

يعرف معامل المرونة (معامل يونج) لأي مادة بأنه نسبة الإجهاد الواقع على المادة إلى الانفعال الحادث لها. (الانفعال هو مقدار التغير الحادث في أبعاد المادة منسوبا إلى أبعادها الأصلية)، وكلما كان معامل المرونة لمادة الموصل أكبر كلما كان الموصل قادرا على الحفاظ على أبعاده دون تغيير، لأن استطالة الموصل تحت تأثير إجهاد الشد الواقع عليه تؤدي إلى نقص مساحة المقطع مما يؤدي إلى ضعف الموصل وانقطاعه.