

INVESTMENT OF ELECTRICAL EQUIPMENT

المحاضرة الأولى: منظومة الطاقة الكهربائية

د. أحمد محمد رحال

مادة: استثمار التجهيزات الكهربائية

سنة: الثالثة تغذية كهربائية

مقدمة:

إن الغاية الرئيسية من منظومة الطاقة الكهربائية (الجملة الكهربائية) هو توليد وتحويل ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية ووصولها إلى المستهلكين بشكل دائم وسليم. والأشكال (١ و ٢) يبينان المخطط الصندوقي لمنظومة الطاقة الكهربائية (الجملة الكهربائية) والذي يتكون من ثلاث مراحل أساسية:

١. مرحلة التوليد؛

٢. مرحلة النقل؛

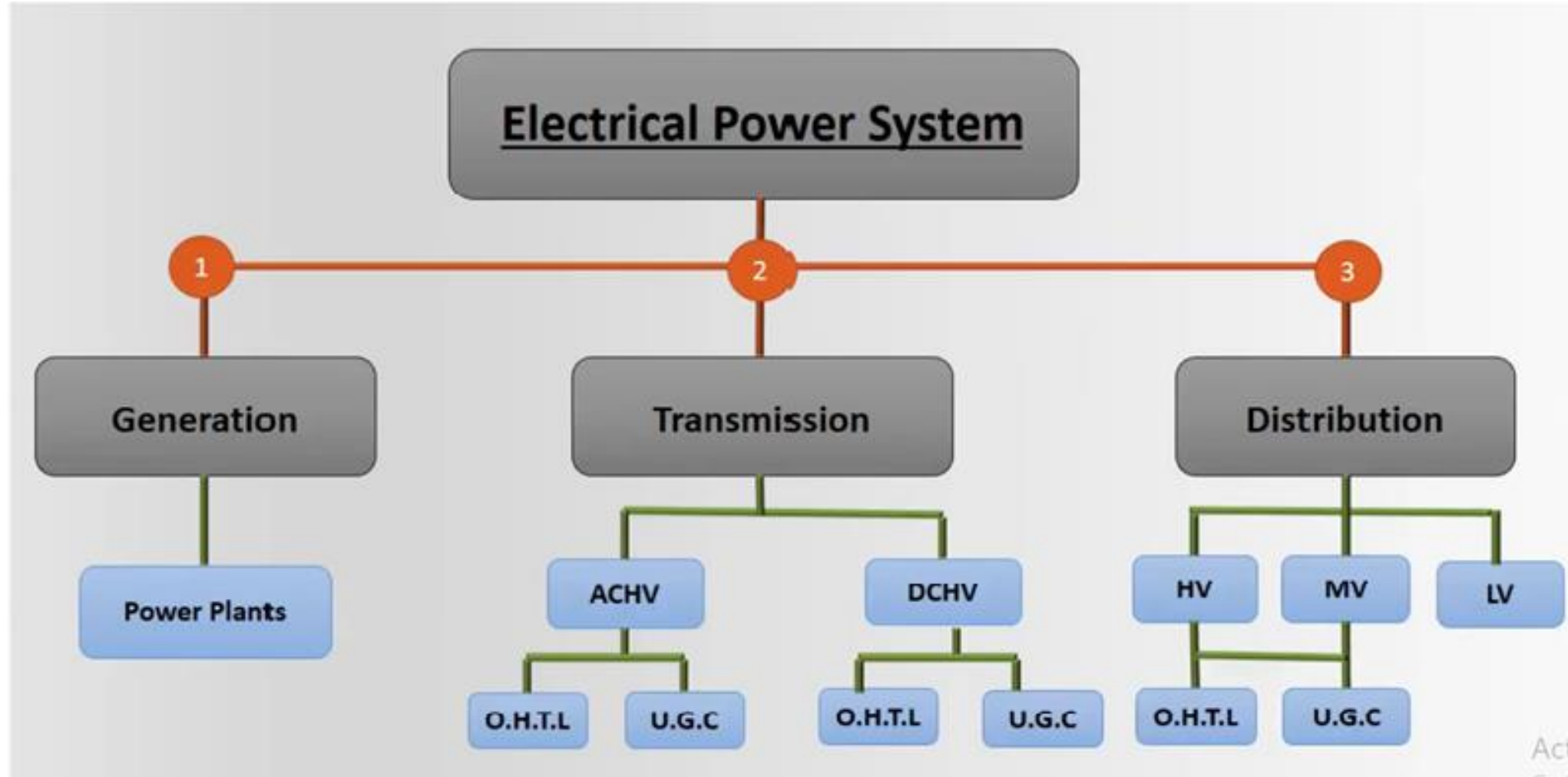
٣. مرحلة التوزيع.

والأشكال (٣ و ٤) يوضحان الأقسام الرئيسية للمنظومة.

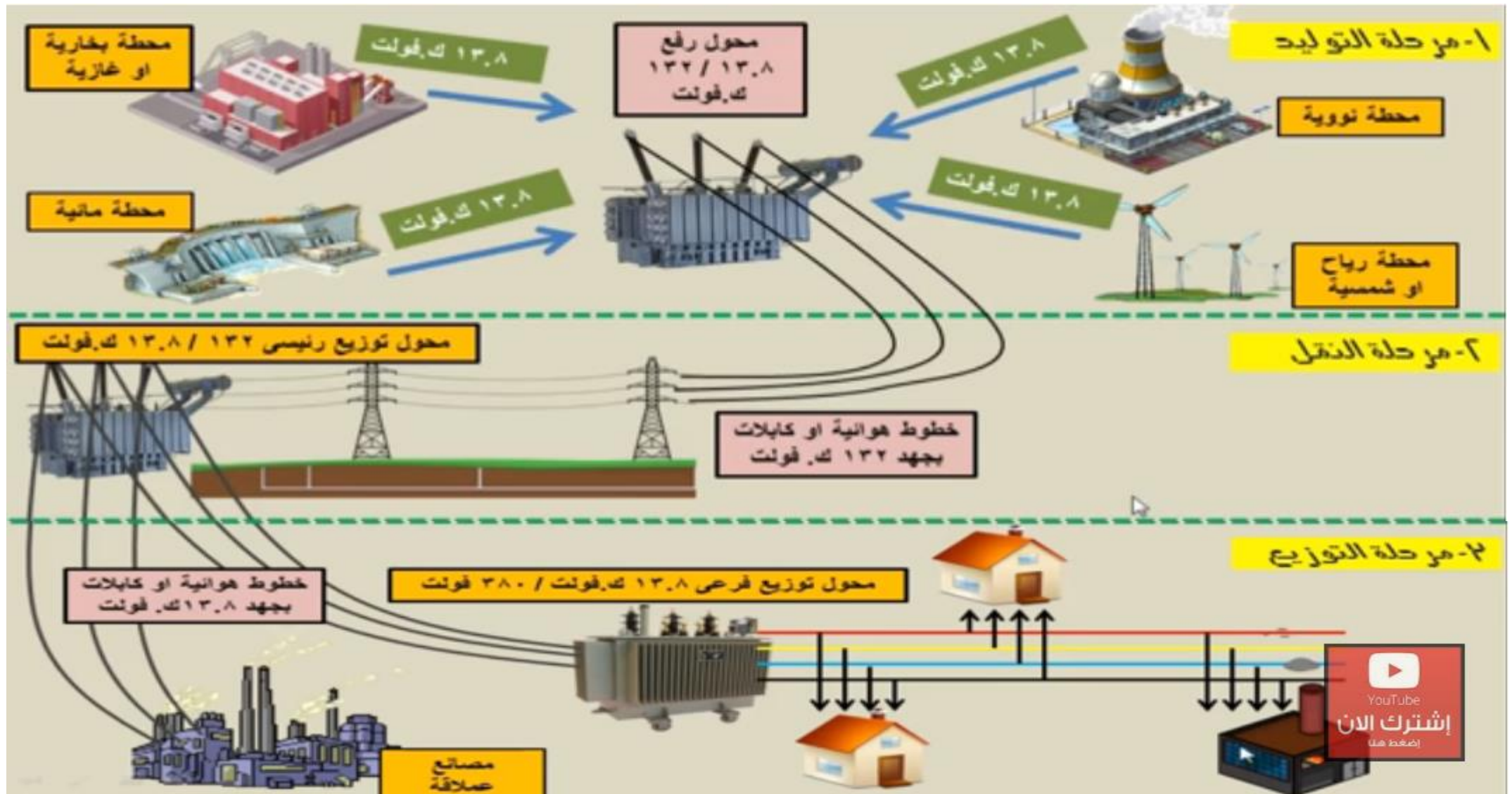
تقع مسؤولية إنتاج وتحويل ونقل وتوزيع الطاقة الكهربائية على عاتق وزارة الكهرباء (الشركة العامة للكهرباء) والتي تتولى عملية تخطيط وتنفيذ مشروعات قطاع الكهرباء وكذلك تشغيل وصيانة النظام الكهربائي بشكل عام. ودوماً لمعرفة مقدار الطاقة الكهربائية اللازمة للمستهلكين يجب إجراء دراسات مستمرة للتنبؤ عن كمية الطاقة اللازمة وتخطيط التوسع في وحدات الإنتاج والتوليد ومن ثم إعداد المخطط الشامل طويل المدى لشبكة النقل الكهربائي.



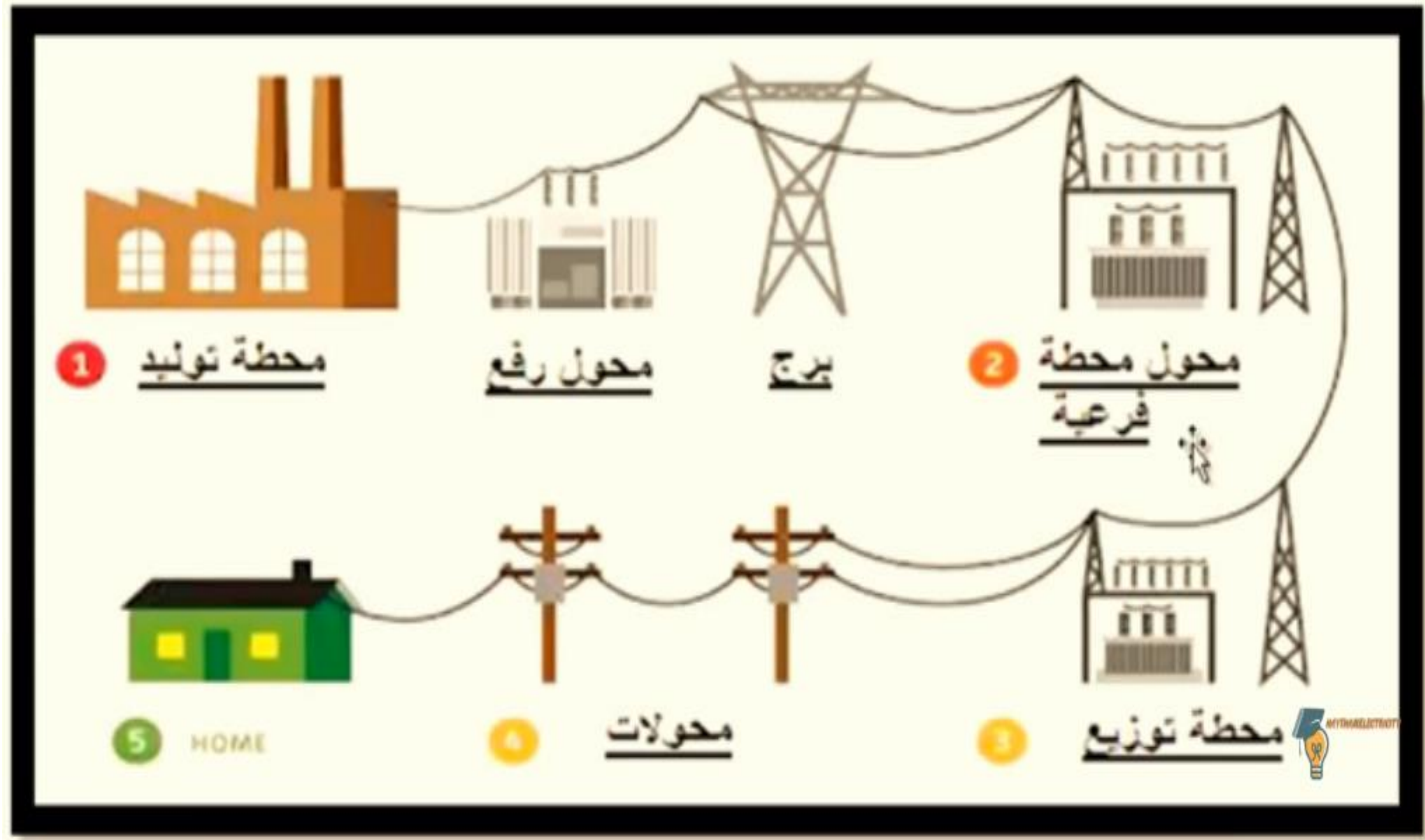
شكل (١) المخطط الصندوقي لمنظومة الطاقة الكهربائية (الجملة الكهربائية)



شكل (٢) المخطط الصندوقي لمنظومة الطاقة الكهربائية



شكل (٣) المخطط الفعلي لمنظومة الطاقة الكهربائية



شكل (٤) الأقسام الرئيسية لمنظومة الطاقة الكهربائية

الجهود القياسية:

١- في محطات التوليد:

تختلف جهود التوليد في محطات التوليد المختلفة، حيث أن جهود التوليد Generating Voltages القياسية هي KV (3.3 - 6.6 - 11 - 13.8 - 33) وتقوم المحولات برفع جهد التوليد الى نفس قيمة جهد شبكة النقل الرئيسية.

٢- على خطوط النقل:

ان جهود النقل Transmission Voltages القياسية هي KV (132 - 220 - 400) حيث يتوقف هذا الجهد على مسافة النقل وتكاليف الانشاء والعزل.

٣- في أنظمة التوزيع:

في أنظمة التوزيع يتم خفض جهد النقل عن طريق محولات خفض الجهد الى جهود التوزيع Distribution Voltages القياسية وهي KV (0.4 - 6.6 - 11 - 13.8 - 33) .

:Classification of voltage تصنيف الجهود عالمياً

- Low voltage : up to 1000 V
- Medium voltage : from 1000 v to 36 KV
- High voltage : from 66kv to 400 KV
- Extra High voltage : from 500kv to 750 KV
- Ultra voltage : above 800 KV

Voltage Levels in Electrical Power System

0 V < Low Voltages ≤ 1000 V

1 KV < Medium Voltages ≤ 36 kV

66 KV ≤ High Voltages ≤ 400 kV

500 KV ≤ Extra High Voltages ≤ 750 kV

Ultra High Voltage = 1000 KV

مرحلة التوليد (محطات التوليد):

تستخدم المولدات الكهربائية لإنتاج الطاقة الكهربائية، ومن أهمها:

١- المولدات التي تعمل عن طريق الفحم:

تعتبر هذه المولدات أكثر استخداما على مستوى العالم، وتنتج حوالي ٤٠% من الكهرباء عالميا. ويعتبر الفحم مصدر رخيص جدا للطاقة ولكنه أكثر أنواع الوقود تلويثا للبيئة.

٢- المولدات التي تعمل عن طريق الغاز:

يتميز الغاز الطبيعي بمحتواه الحراري العالي مقارنة بالفحم والبتروول ويعتبر ملائم للبيئة. وتنتج هذه المولدات حوالي ٢٠% من الكهرباء، وهي في ازدياد مستمر.

٣- المولدات التي تعمل عن طريق البتروول:

يقع البتروول بين الفحم والغاز من ناحية التلوث، ويمثل انتاج الطاقة من هذه المولدات حوالي ٥% من الانتاج العالمي للكهرباء. وتستخدم في (السيارات - السفن - الطائرات) وهي ملائمة لوسائل النقل المتحركة.

٤- المولدات التي تعمل عن طريق الطاقة النووية:

استخدمت هذه المولدات منذ ان تم اكتشاف الطاقة النووية، ومن أهم مزاياها: انها نظيفة الى حد كبير، الا انها تحتاج الى الكثير من المعرفة العلمية واجراءات السلامة. وتساهم ب ١٣ % من الانتاج العالمي (فرنسا ٧٧ % - أمريكا ١٩.٥ %

٥- المولدات التي تعمل عن طريق المصادر المتجددة:

وهي أفضل وأنظف أنواع الطاقة، وتنتج من مصادر طبيعية او مرتبطة بمصادر طبيعية مثل حركة المياه عبر السدود – الطاقة المنتجة من الرياح – الطاقة الحرارية الموجودة في باطن الارض – الطاقة الشمسية) وتشكل حوالي ١٦ % من انتاج الكهرباء في العالم.

مرحلة تحويل ورفع الجهد:

كلما زاد جهد النقل كلما قل التيار الساري و ذلك بثبات القدرة، وكلما قل التيار الساري قلت مساحة مقطع السلك المستخدم مما يؤدي الى تقليل التكلفة cost وأيضا كلما قل التيار الساري قل هبوط الجهد (voltage drop) وقلت المفاقد الكهربائية بالخط مما يزيد من كفاءة نقل القدرة الكهربائية و بنفس الوقت كلما زاد الجهد كلما زادت المسافة الفاصلة بين الأسلاك و كلما زادت المسافة كلما زاد حجم البرج و حجم العوازل المستخدمة مما يؤدي الى زيادة التكلفة، كذلك فانه كلما زادت الفولتية كلما زادت مفاقد ظاهرة الهالة corona.

مرحلة النقل:

يتم نقل الطاقة الكهربائية المولدة بواسطة المولدات الى المستهلكين (شقق سكنية – مصانع) باستخدام الأسلاك المعدنية الهوائية (الخطوط الهوائية) أو الكابلات الأرضية من مناطق الانتاج عبر شبكة كهربائية ضخمة واستخدام عدد من التجهيزات الكهربائية (محولات رفع وخفض للجهد – محولات توزيع – مفاعلات – مكثفات – أدوات قطع ووصل – أجهزة تحكم وحماية).

ويبين الجدول (١) مقارنة بين الخطوط الهوائية والكابلات الأرضية التي تستخدم في نقل الطاقة الكهربائية من حيث التكلفة، الأعطال، المسارات، العمر الافتراضي، الصيانة والمرونة والفقد (الضياعات) في الاستطاعة المنقولة.

الكابلات الأرضية Ground Cables	الخطوط الهوائية Overhead lines	
تكلفة عالية	تكلفة قليلة	التكلفة
زمن اصلاح العطل طويل صعوبة تحديد مكان العطل وتحتاج الى استعمال أجهزة خاصة لذلك	زمن اصلاح العطل قليل سهولة تحديد مكان العطل	الأعطال
داخل المناطق السكنية	مساراتها خارج المناطق السكنية	المسارات
حوالي ٥٠ سنة	حوالي ٢٥ سنة	العمر الافتراضي
لا تحتاج الى أعمال صيانة	تتطلب الكثير من أعمال الصيانة	الصيانة
تحتاج الى الكثير من أعمال الحفر	أكثر مرونة – تستطيع أن تقبل الكثير من الأحمال المستقبلية مع تعديلات بسيطة على هذه الخطوط	المرونة
قليل	كبير	الفقد في القدرة المنقولة

جدول (١) مقارنة بين الخطوط الهوائية والكابلات الأرضية

• تصنيف خطوط النقل:

تصنف خطوط نقل القدرة الكهربائية تبعاً لأطوالها إلى الأنواع التالية:

- ١ - خطوط قصيرة ويقل طولها عن ٨٠ كيلومتر؛
- ٢ - خطوط متوسطة الطول ويتراوح طولها ما بين ٨٠ و ٢٤٠ كيلومتر؛
- ٣ - خطوط طويلة ويزيد طولها عن ٢٤٠ كيلومتر.

• مكونات خطوط النقل الهوائية :

تتكون خطوط النقل الهوائية من:

١. الأبراج Towers ؛

٢. العوازل Insulators ؛

٣. الموصلات Conductors ؛

٤. الإكسسوارات Accessories .

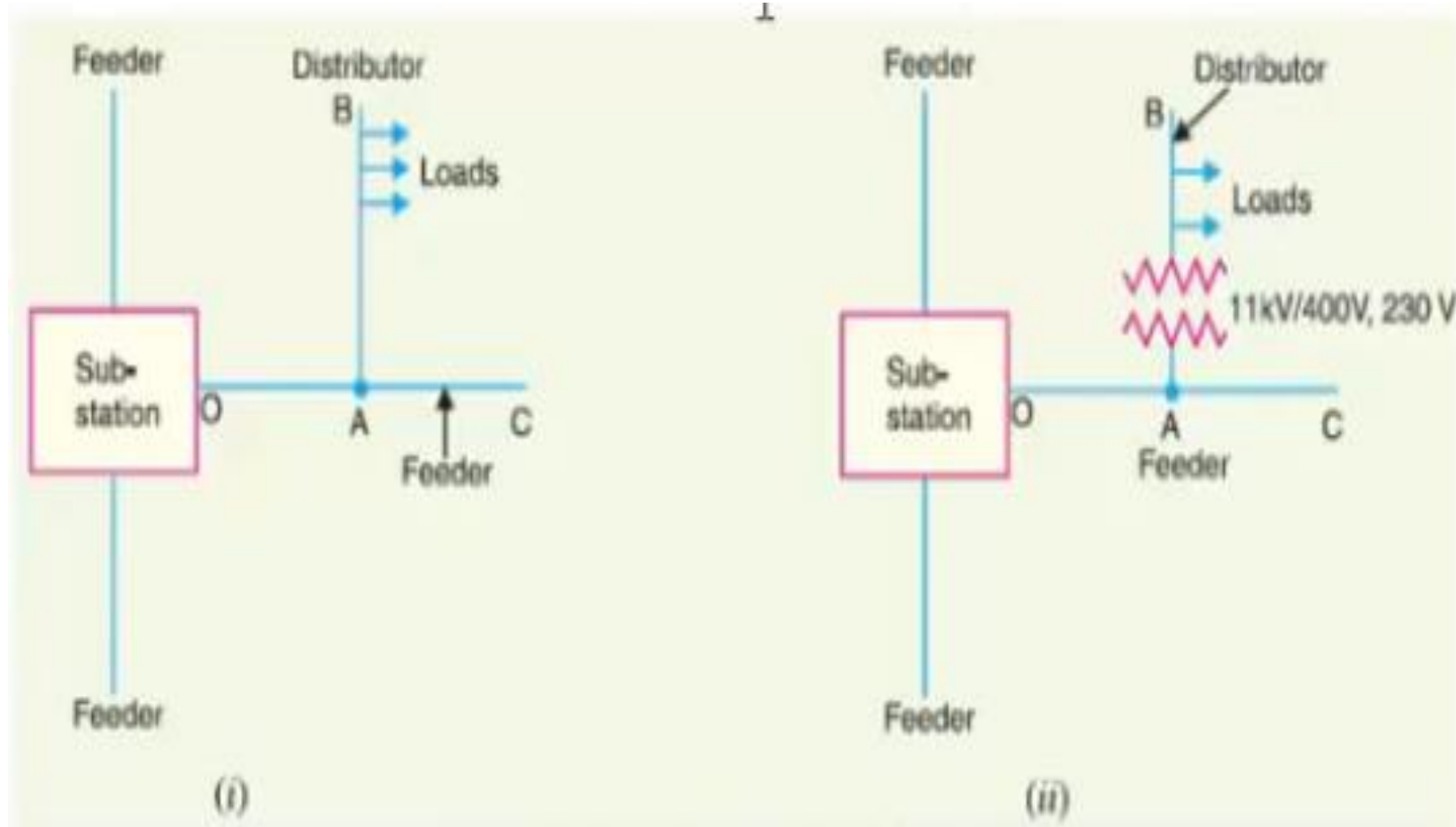
مرحلة التوزيع:

يمكن تصنيف أنظمة توزيع الطاقة الكهربائية الى ما يلي:

١. حسب طبيعة التيار (متناوب أم مستمر)؛
٢. حسب طبيعة التنفيذ (خطوط هوائية معلقة أم كابلات أرضية)؛
٣. حسب طريقة الربط لأنظمة التوزيع:

وتوجد ثلاثة أنواع من الربط لأنظمة التوزيع:

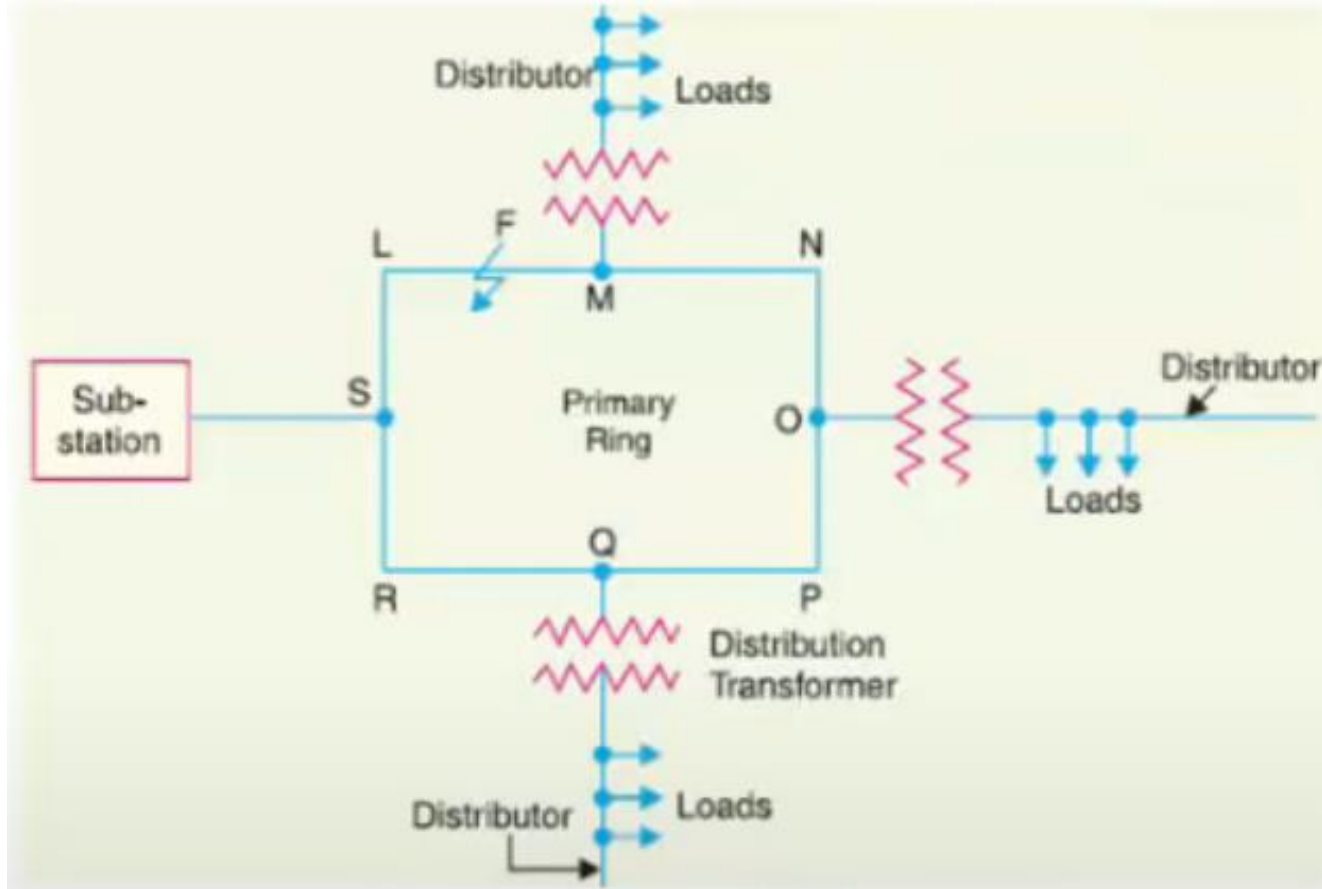
٣-١ الربط (النظام) الشعاعي **Radial System**: وهو رخيص الكلفة إلا أنه لا يضمن وصول الطاقة الكهربائية للمستهلكين في حال حصول خلل فيه كما في الشكل (٥). لذا فإن نظام التغذية المزدوج يكون ضروريا للمستهلكين الهامين.



شكل (٥) مخطط النظام الشعاعي

٢-٣ نظام الربط الحلقي :Ring main system

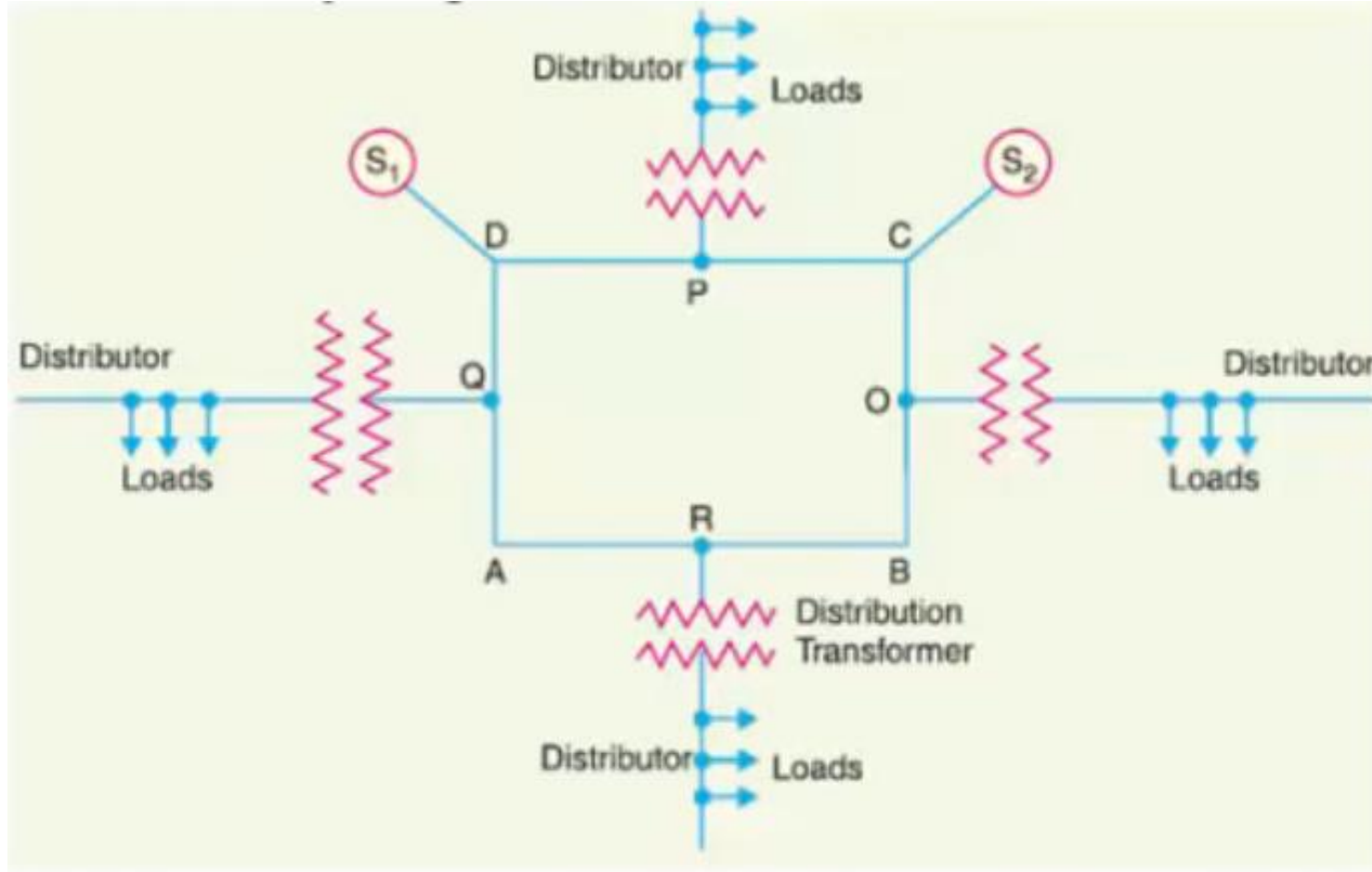
وهو يعطي ضمانا لوصول الطاقة الكهربائية للمستهلكين لأنه يهيئ إيصال الطاقة من عدة مناطق كما في الشكل (٦).



شكل (٦) مخطط للنظام الحلقي

٣-٣ النظام المتداخل (المترايط) :Interconnected System

وهو تطوير للنظام الحلقى كما فى الشكل (٧).



شكل (٧) مخطط للنظام المترايط

أنواع مستهلكين الطاقة الكهربائية:

يمكن تصنيف مستهلكين الطاقة الكهربائية الى أربعة أنواع رئيسية، وهي:

١- **المستهلك المنزلي:** يقصد به المنازل والشقق الصغيرة والفلل والقصور.

٢- **المستهلك التجاري:** يندرج تحته المباني الحكومية والمجمعات التجارية والمطاعم.

٣- **المستهلك الصناعي:** المصانع الصغيرة والكبيرة والورش.

٤- **المستهلك الزراعي:** المزارع والمراعي التي تستخدم التجهيزات الكهربائية وهو يعامل معاملة المستهلك الصناعي في حساب القدرة المستهلكة .

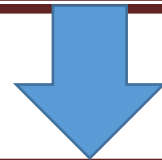
خطوات بناء منظومة كهربائية:

يبدأ التخطيط لبناء أي منظومة كهربائية بما يلي:

١. تحديد الطلب على الطاقة الكهربائية والتنبؤ بالأحمال المتوقعة على المدى المتوسط والطويل (الطاقة المنتجة – مبيعات الطاقة – الحمولة القصوى).
 ٢. تحديد القدرات اللازمة لتغطية الطلب (حجم ونوع وحدات التوليد – تكاليف الوقود – معايير الوثوقية – تكاليف التشغيل والصيانة
 ٣. تحديد الاحتياج الأمثل لمنظومة الطاقة الكهربائية (مواقع محطات الانتاج – حجم وتكاليف المعدات – مسارات الخطوط والكوابل – معايير الاعتمادية: مستوى الجهد والتردد وجودة التيار
 ٤. التخطيط لتوسعات نظام النقل الكهربائي بما يضمن التغذية الكهربائية لمختلف نقاط الاستهلاك (أبنية سكنية – مصانع
- والشكل (٨) يبين المخطط الصندوقي لتخطيط وبناء أي منظومة كهربائية.

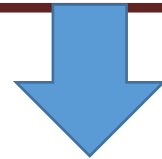
تحديد الطلب من الطاقة الكهربائية والتنبؤ بالأحمال المتوقعة
على المدى المتوسط (٣-٨) سنوات والطويل (١٥-٢٠) سنة:

- الطاقة المنتجة
- مبيعات الطاقة
- الحمولة القصوى



تحديد القدرات اللازمة لتغطية الطلب:

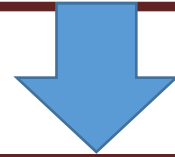
- تكاليف الوقود
- معايير الوثوقية
- تكاليف التشغيل والصيانة والتحكم





تحديد الاحتياجات المثلى لمنظومة الطاقة الكهربائية:

- مواقع محطات الانتاج
- حجم وتكاليف المعدات
- مسارات الخطوط والكوابل
- معايير الاعتمادية: مستوى الجهد والتردد وجودة التيار



التخطيط لتوسعات نظام النقل الكهربائي بما يضمن التغذية الكهربائية لمختلف نقاط الاستهلاك:

- مصانع
- أبنية سكنية
- بالإضافة الى محددات ادارية وسياسية

شكل (٨) خطوات بناء منظومة الطاقة الكهربائية

انتهت المحاضرة