جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

الرسم الصناعي

توليد الطاقة الكهربائية ونقلها

الثالث

تأليف

د. كريم كاظم جاسم
مهدي صالح جاسم
عامرة ماجد ثابت

د. قصي عبد الجبار جواد
حسين علاوي فالح
حسين كاظم سلمان

الطبعة الثالثة
2021م - 1443هـ

المقدمة

يعد الرسم الصناعي لجميع الاختصاصات الفنية من المواضيع الواجب معرفتها لتنفيذ المشاريع الهندسية المختلفة، فهو لغة مشتركة للجميع فقد استعمل الأنسان منذ بداية الثورة الصناعية المخططات التوضيحية البسيطة والتفصيلية والشاملة باستعمال وسائل بسيطة ، ثم تطورت هذه الوسائل وتم إدخال الحاسوب في تنفيذ المخططات المختلفة.

تعلمنا الرموز الكهربائية التي تمثل الاجهزة والمكائن الكهربائية مع نقاط توصيلها في السنة الماضية وكثير من الدوائر الكهربائية التي تشمل المحركات والمولدات للتيار المستمر والمتناوب واستعمال الثايرستور في دائرة تحكم ورسم انواع اللوالب (البراغي) والخوابير والربط باللحام والسباكة والانابيب.

تم التطرق في هذا الكتاب الى كيفية توليد ونقل الطاقة الكهربائية ومنظومات الحماية ومنظومات الشحن وعملية التزامن عند ربط اكثر من محطة واضافتها الى الشبكة الرئيسة واجهزة الانذار المستعملة ودوائر السيطرة بالاستعانة بالرسومات الكهربائية والميكانيكية وبالرسومات التوضيحية ليتسنى للطالب فهم اكبر قدر من المعرفة وربط الرسومات التوضيحية بالدوائر الكهربائية ورسم مخطط لاجزاء المرجل والمبادلات الحرارية ومحمصات البخار ودورة الوقود في المحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية ومكثف البخار في محطة الكهرباء واجزاء للمحطة الغازية واجزاء التوربين الغازي.

نسأل الله ان نكون قد وفقنا في جهدنا المتواضع هذا وان يكون نافعا انه نعم المولى ونعم النصير.

المؤلفون

المحتويات

ت	الاسبوع	اسم اللوحة	رقم الصفحة
1	الاول والثاني	المراجل وانواعها	4
2	الثالث	المبادلات الحرارية	10
3	الرابع	مخطط جريان الماء والبخار في مرجل أنابيب الماء	13
4	الخامس	محمصات البخار	16
5	السادس	دورة الوقود في المحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية	19
6	السابع	دورة البخار في المحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية	26
7	الثامن	المكثف (Condenser)	29
8	التاسع	المحطات الغازية المزدوجة	33
9	العاشر	التوربين الغازي	37
10	الحادي عشر	رسم مخطط لمحطة توليد الطاقة الكهربائية ومراحل توزيعها من المحطة الى المستهلكين والمعامل الصناعية	40
11	الثاني عشر	طرق تغذية ملفات الاقطاب المغناطيسية للمولدات التزامنية ثلاثية الطور	43
12	الثالث عشر	ربط محطة المولد مع الشبكة الكهربائية بوساطة منظار التزامن	46
13	الرابع عشر	محولات اجهزة القياس (measurement transformers)	42
14	الخامس عشر والسادس عشر	المحولات الكهربائية ذات الثلاثة اطوار وطريقة ربطها على التوازي	57
15	السابع عشر	رسم منظومة الحماية لمحول ثلاثي الطور	60
16	الثامن عشر	أجهزة الانذار المبكر	62
17	التاسع عشر والعشرون	منظومات الشحن الخاصة فى محطات التحويل الثانوية	64
18	الحادي والعشرون	اجهزة السيطرة فى الورش والمعامل	67

لوحة (1) المراجل وأنواعها

تمهيد

هي أحد أجزاء المحطة الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية، تعمل على تحويل الماء الى بخار بدرجة حرارة وضغط عاليين، وذلك بفعل التبادل الحراري بين الحرارة الناتجة من اشتعال (الوقود والهواء) مع الماء .

أنواع المراجل : تقسم المراجل الى نوعين هما:

1 - مرجل أنابيب النار:

حيث يشتعل الوقود في الأسفل وينتج غازات ساخنة تأخذ طريقها الى المدخنة خلال أنابيب واسعة داخل خزان يحتوي ماء، وينتج عنها توليد بخار بضغط وحرارة بمقادير محددة ، وفي الغالب يستعمل هذا النوع من المراجل في معامل الصناعات الغذائية والبلاستك والأعمال التي تحتاج الى حرارة وضغط واطئين ، وتكون المراجل بنوعين أما عمودي أو أفقي ، كما في الشكل (1) .



مرجل عمودي



مرجل أفقي

الشكل (1) يوضح المرجل الأفقي والمرجل العمود

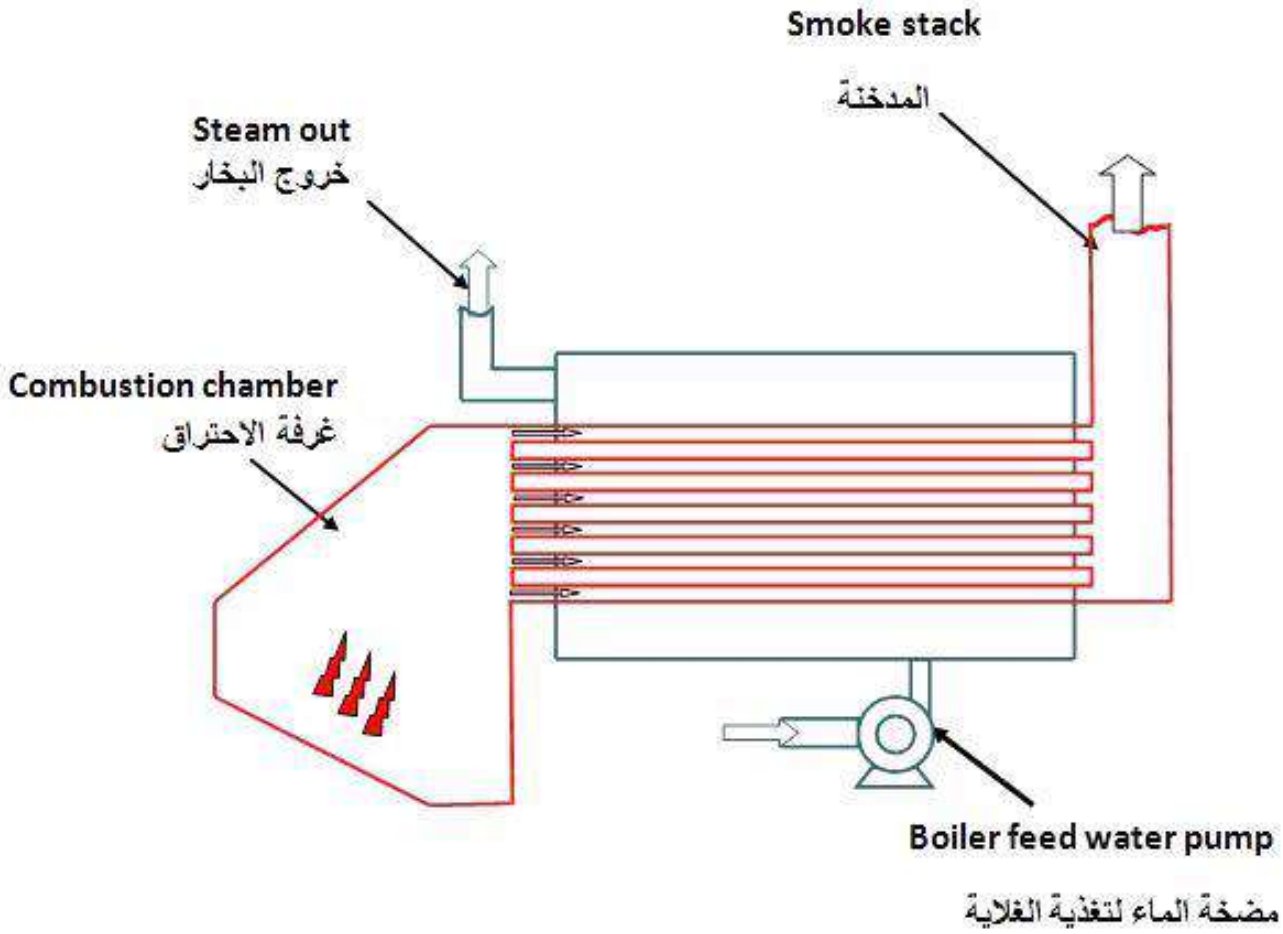
التمرين (أ)

أرسم مخطط لأجزاء مرجل أنابيب النار ، مع كتابة أسماء الأجزاء على الرسم ، وتحديد مسار النار.

مقياس الرسم 1:1

ملاحظة: تؤخذ جميع القياسات من الرسم .

الحل : كما موضح في الشكل (2) .



الشكل (2) أجزاء مرجل أنابيب النار

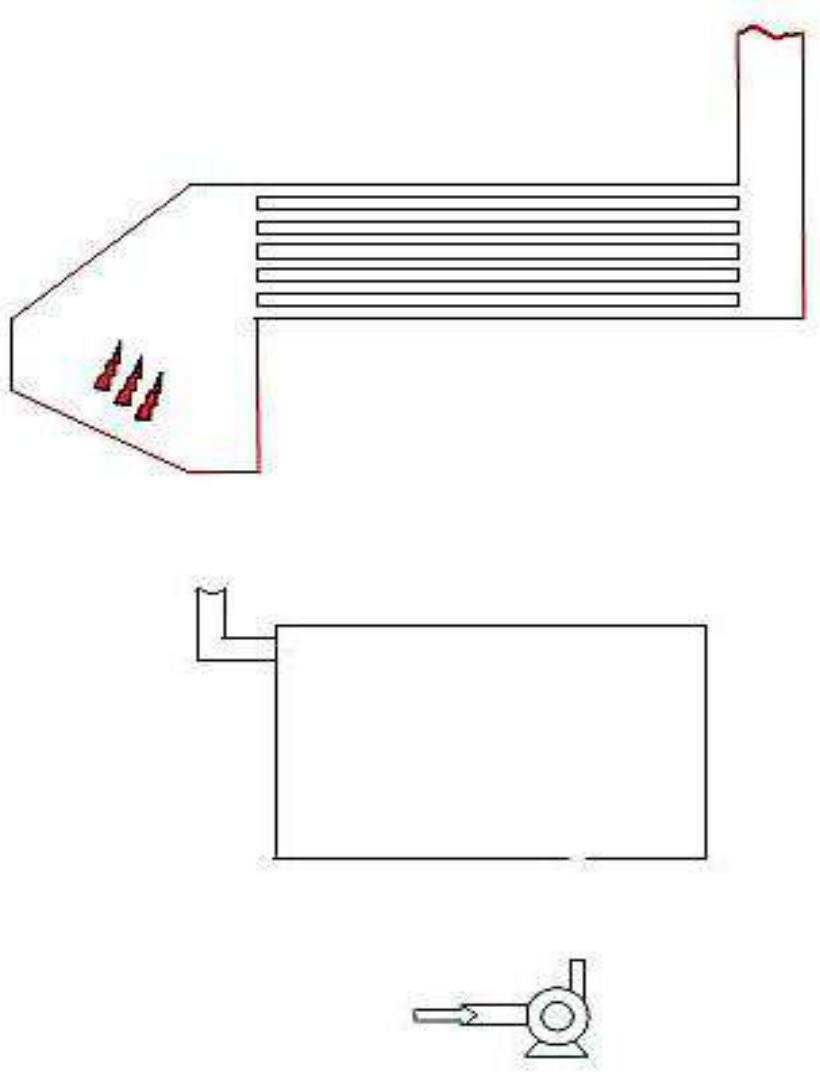
التمرين (ب)

أرسم أجزاء مرجل أنابيب النار. المطلوب تجميع أجزاء مرجل أنابيب النارمع تحديد مسار النارومسار البخار وتسمية الاجزاء .

مقياس الرسم 1:1

ملاحظة: تؤخذ الابعاد من الرسم .

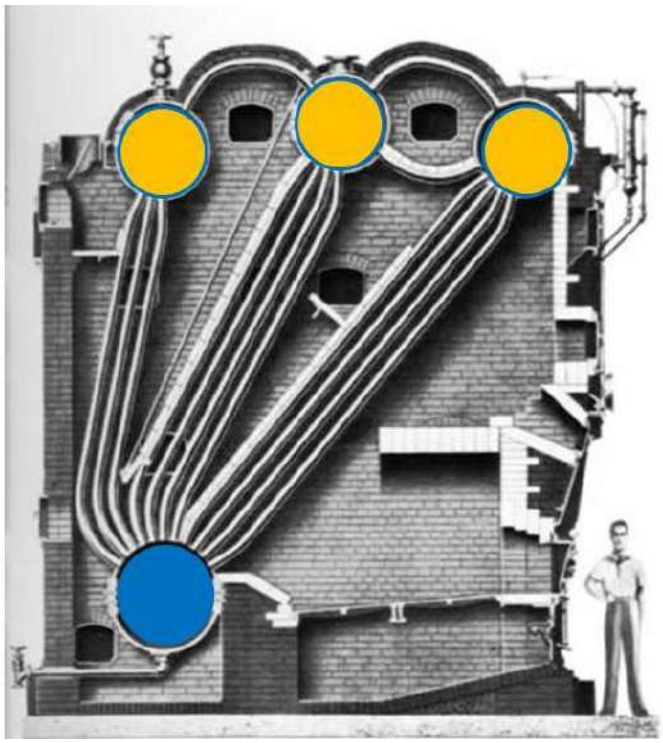
الحل : كما موضح في الشكل (3) .



الشكل (3) أجزاء مرجل أنابيب النار

2- مراجل أنابيب البخار:

في هذا النوع يشتعل الوقود في خزان واسع مصنوع من الصلب ، ومبطن من الداخل بالطابوق الحراري ، يحتوي الخزان على مجموعة من الأنابيب الفولاذية تتصل مع بعضها في خزان في الأسفل يضخ اليه الماء النقي المتكاثف ، وأخر في الأعلى يحتوي على البخار ، وعند مرور غازات الأشتعال الساخنة بين الأنابيب يتحول الماء الى بخار وعند تحويل مجرى البخار خلال أنابيب تعترض جريان الغازات المشتعلة يتحول الى بخار محمص بحرارة وضغط عاليين فيستعمل في توليد طاقة حركية كما في محطات توليد الطاقة الكهربائية الحرارية ، يكون كبير الحجم بالنسبة لمراجل أنابيب النار، أنظر الشكل (4) .



الشكل (4) يوضح مقطع لمرجل أنابيب الماء (للاطلاع فقط)

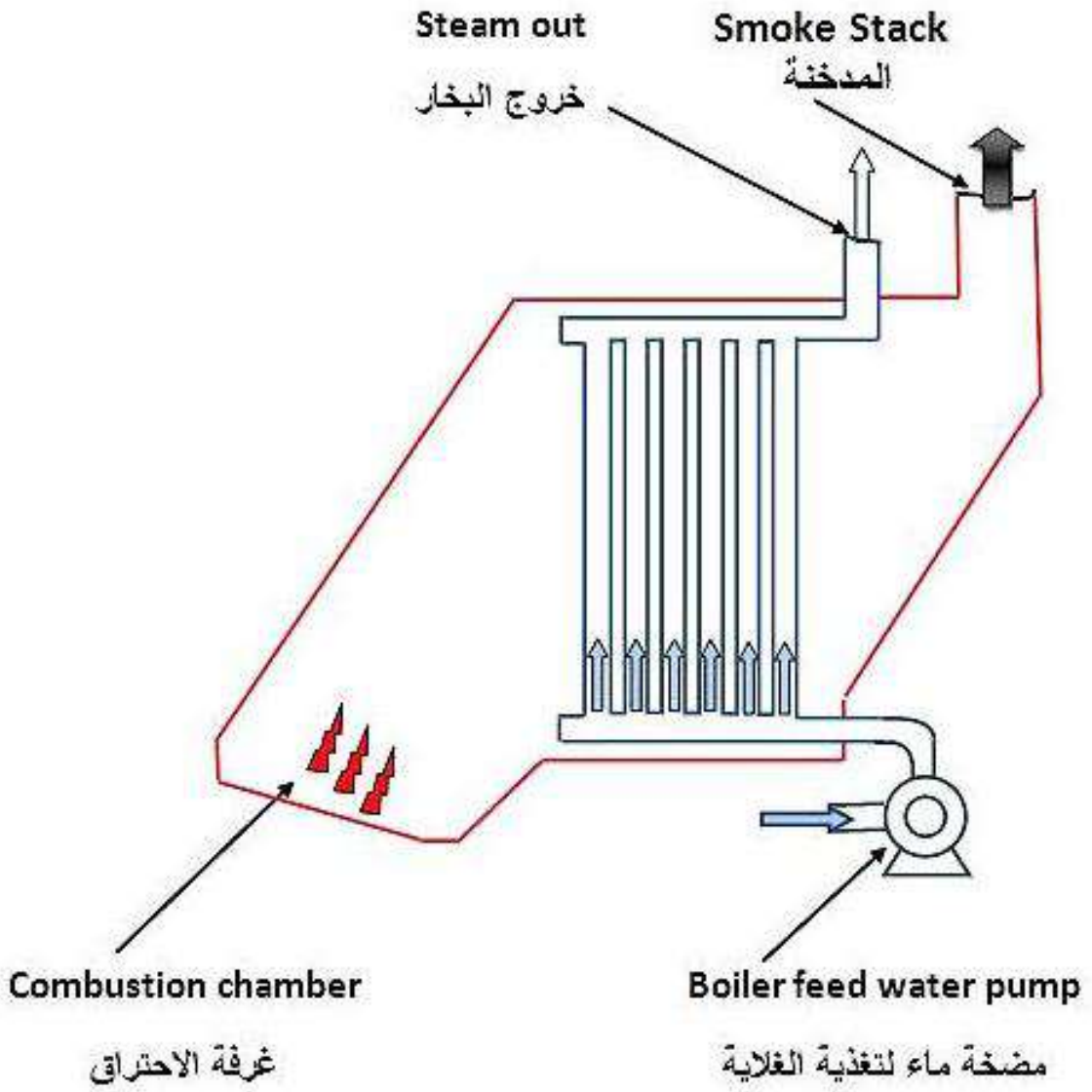
التمرين (ج)

المطلوب: رسم أجزاء المرجل موضحاً عليها أسماء الأجزاء .

مقياس الرسم 1:1

ملاحظة : تؤخذ جميع القياسات من الرسم .

الحل : الشكل (5) يوضح مخططا لأجزاء مرجل أنابيب البخار .



الشكل (5) يوضح مخططا لأجزاء مرجل أنابيب البخار

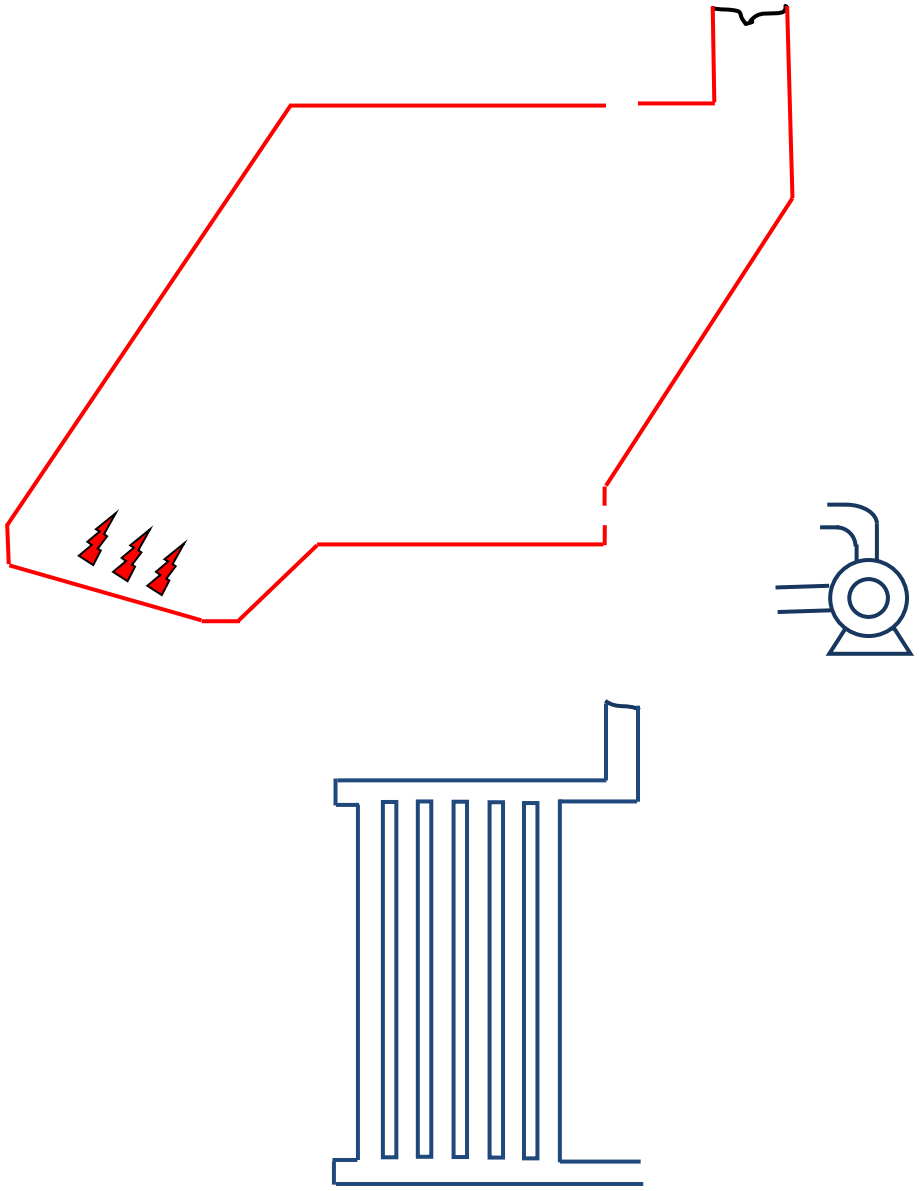
التمرين (د)

مرجـل أنابيب الماء. المطلوب تجميع اجــزاء مرجل أنابيب الماء مــع تحديد مسار النار ومسار البخار وتسمية الاجزاء .

مقياس الرسم 1 :1

ملاحظة: تؤخذ الابعاد من الرسم .

الحل : الشكل (6) يوضح أجزاء مرجل أنابيب الماء .



الشكل (6) يوضح أجزاء مرجل أنابيب الماء (الهيكل مع الموقد ، شبكة الانابيب ، مضخة الماء)

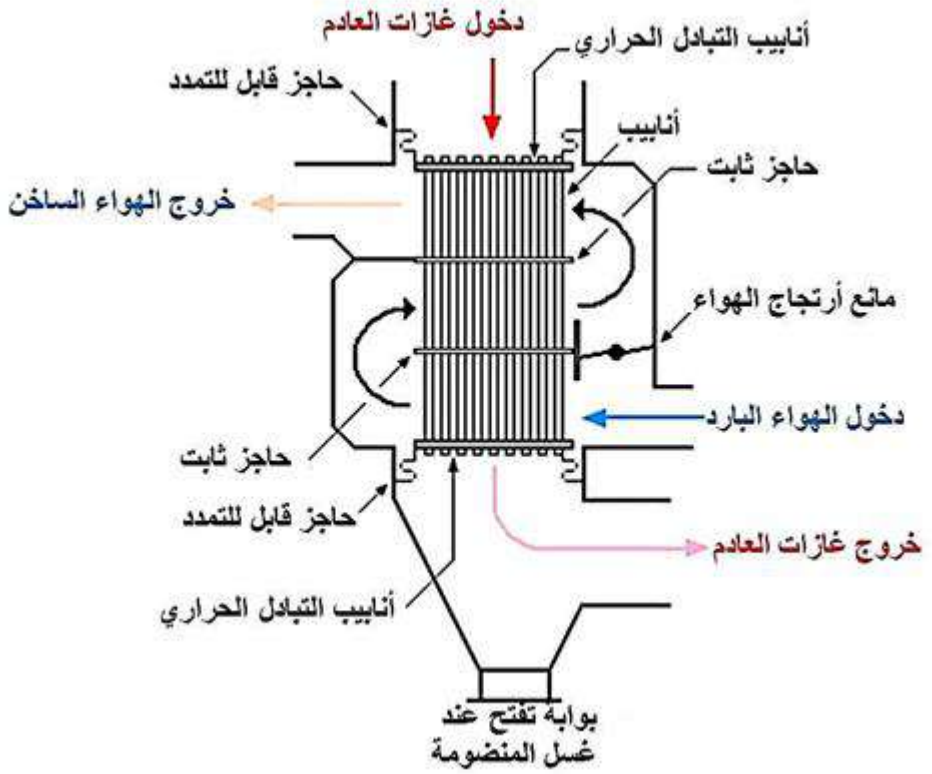
لوحة (2)

المبادلات الحرارية
Heat Exchangers

تمهيد

تستعمل المبادلات الحرارية للاستغلال الأمثل للطاقة الحرارية الناتجة من اشتعال الوقود أو للتخلص من الحرارة الزائدة النافذة الى الجو لمنع التأثير السلبي على البيئة ، وفي جميع الأحوال فأن هذه المبادلات الحرارية تستعمل للحصول على الكفاءة المثالية للطاقة الحرارية .

ومثال على ذلك هو المبادل الحراري المستعمل في تسخين هواء الاشتعال في المراجل ، للاستفادة القصوى من طاقة الوقود المصروف على توليد البخار ، فنجد التصاميم المختلفة في استغلال الحرارة المنبعثة الى الجو عبر المدخنة بشكل شبكة من الأنابيب الملتفة أو الصفائح التي يمر بداخلها الهواء البارد وعلى سطوحها الخارجية تمر غازات الاحتراق الساخنة فتعطي حرارتها وتخرج الى الجو الخارجي . أنظر الشكل (7) .



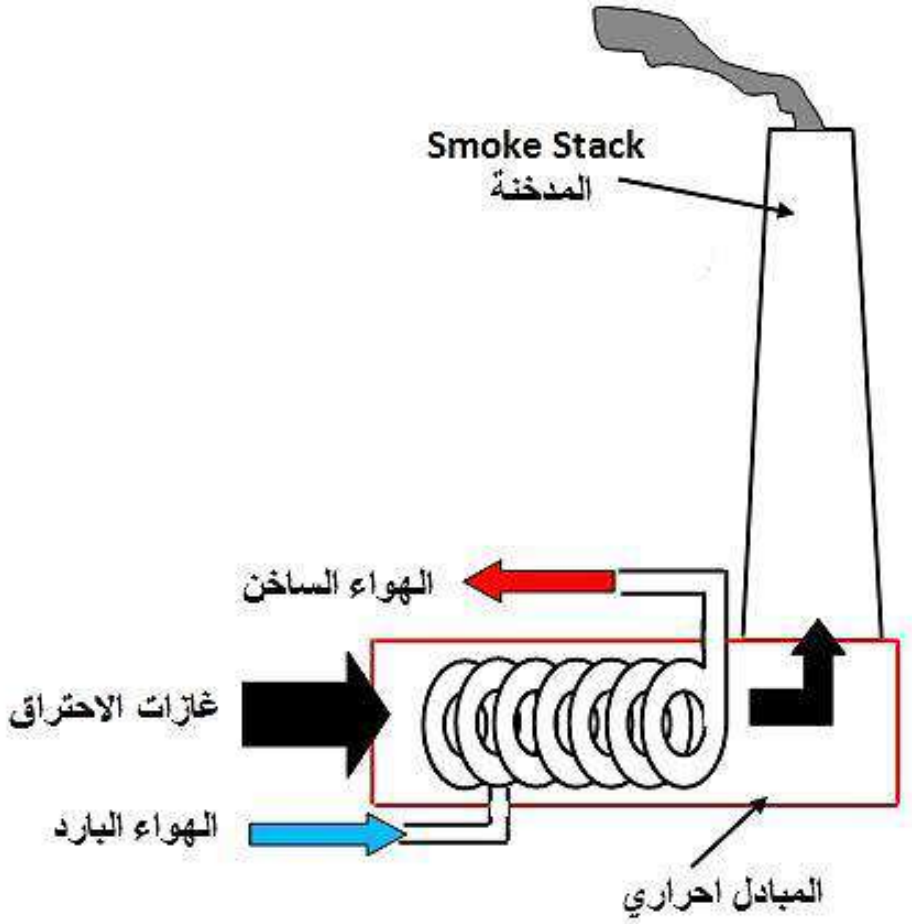
الشكل (7) يوضح عملية التبادل الحراري لهواء الأشتعال (للأطلاع فقط)

التمرين (أ)

مخطط لمبادل حراري يوضح الاجزاء واسماءها .أرسمها بمقياس الرسم 1:1 موضحاً اسماء الأجزاء.

ملاحظة : تؤخذ جميع القياسات من الرسم .

الحل : الشكل (8) يوضح رسم مخطط لمبادل حراري، يبين الأجزاء وأسماءها .



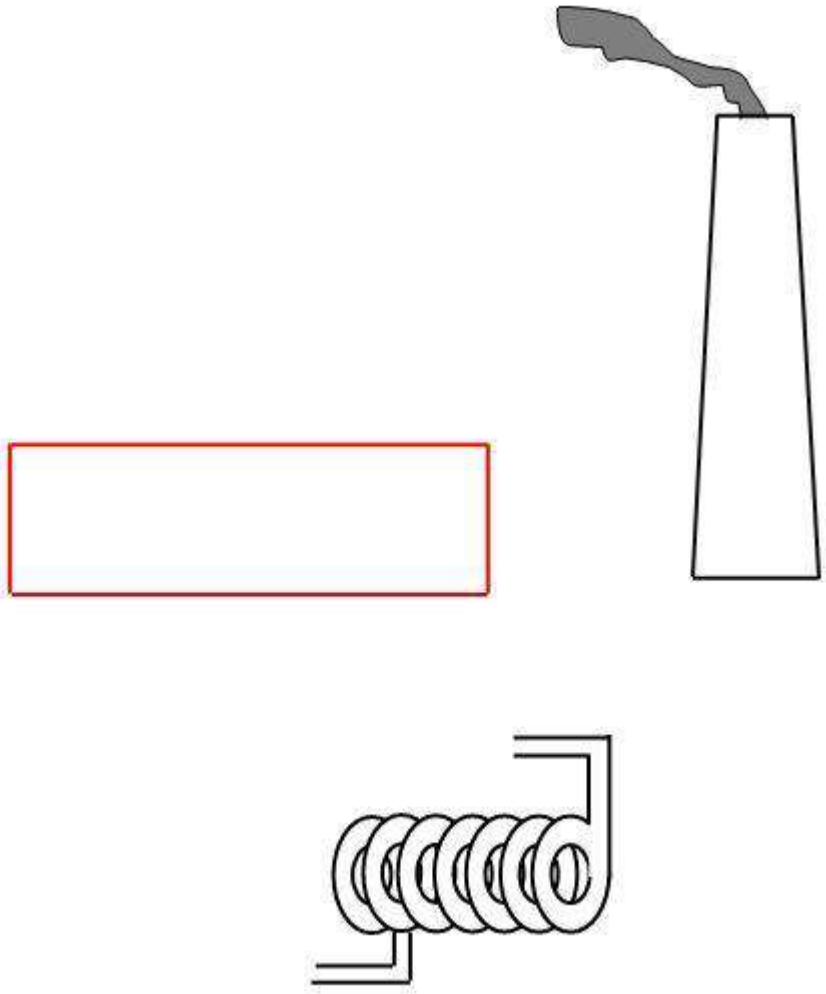
الشكل (8) يوضح مخططا لمبادل حراري

التمرين (ب)

يبين أجزاء مبادل حراري لهواء الاشتعال في المحطة الحرارية . المطلوب رسم مجمع كامل لتلك الأجزاء بمقياس رسم 1:1 مع كتابة اسماء ألاجزاء وتحديد ألاجزاء وتحديد مسار الهواء وغازات الاحتراق.

ملاحظة: تؤخذ الابعاد والزوايا من الرسم .

الحل : الشكل (9) يوضح أجزاء مبادل حراري لهواء الاشتعال في المحطة الحرارية.



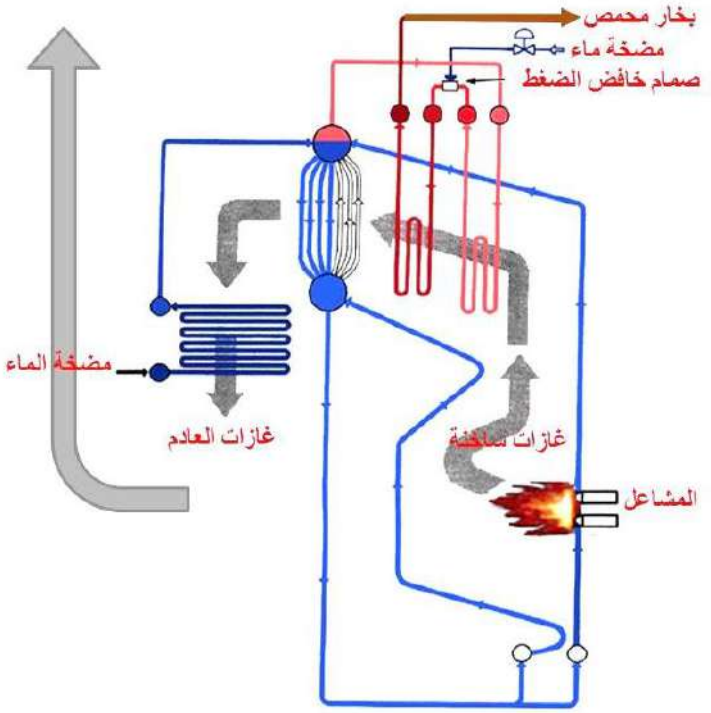
الشكل (9) يوضح أجزاء مبادل حراري لهواء الأشتعال في المحطة الحرارية

لوحة (3)

مخطط جريان الماء والبخار في مرجل انابيب الماء

تمهيد

يبدأ ضخ الماء (النقي جداً- والخالي من الأملاح والأوكسجين) بواسطة مضخة خاصة ذات كفاءة عالية تضغط الماء الى داخل المرجل (بضغط أعلى من ضغط البخار المنتج) الى الوعاء العلوي الذي تتصل به مجموعة أنابيب ينزل خلالها الماء الى وعاء أخر في الأسفل ومنه الى مجموعة الأنابيب الصاعدة حيث تتعرض الى الحرارة الشديدة فتتحول الى بخار مشبع ، يدخل الى الوعاء العلوي وهنا تتساقط قطرات الماء الموجودة في البخار لتعاد الى مجموعة الأنابيب النازلة ، أما البخار فيذهب من خلال منافذ في أعلى الوعاء العلوي خلال مجموعة أنابيب لتعترض الغازات قبل خروجها الى المدخنة فتتحول الى بخار محمص بدرجة حرارة عالية تصل (600) درجة مئوية وضغط عالٍ يفوق الضغط الجوي بعشرات المرات ، أنظر الشكل (10) .



الشكل (10) يوضح أتجاه حركة الماء والبخار في المراجل أنابيب الماء(للاطلاع فقط)

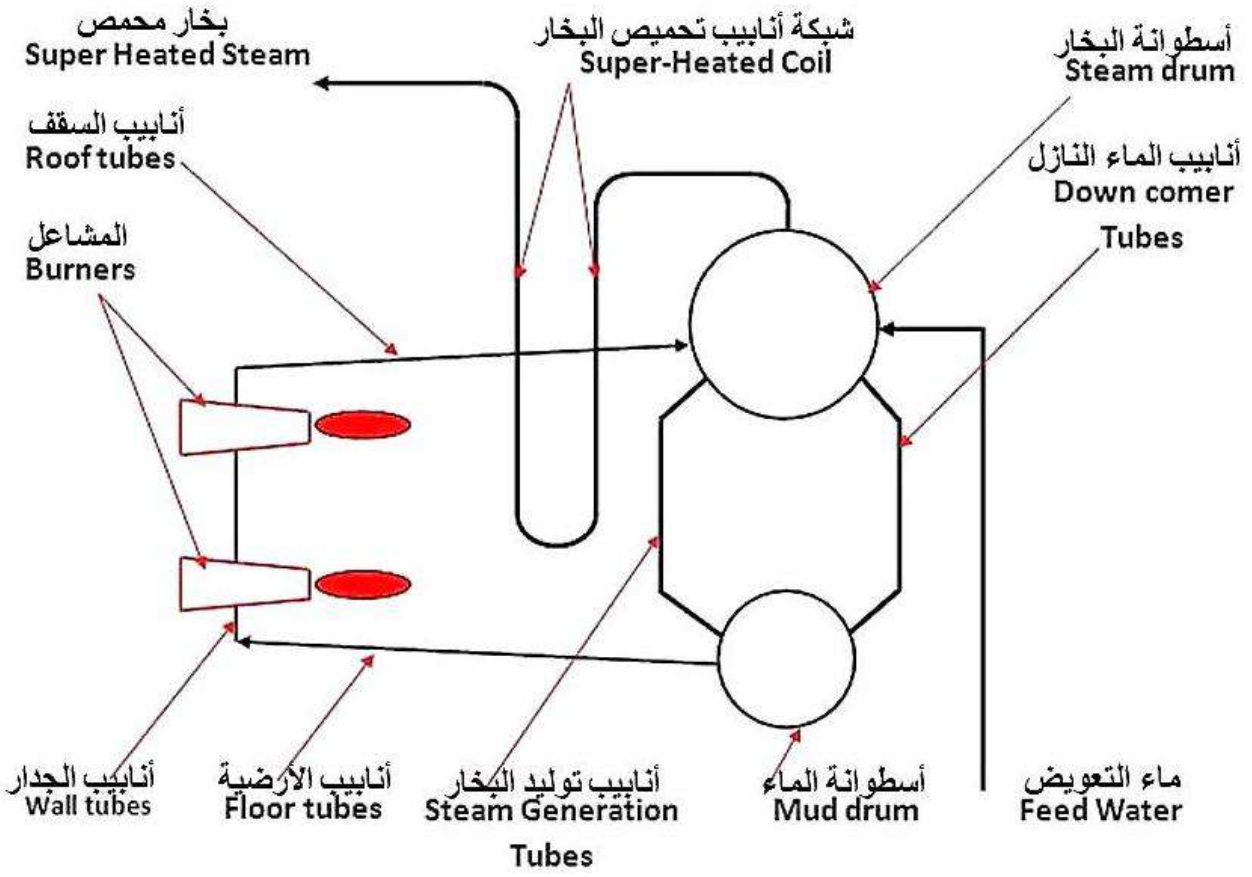
التمرين (أ)

المطلوب: رسم أجزاء المخطط مع وضع أسماء هذه الاجزاء .

بمقياس الرسم 1:1

ملاحظة: تؤخذ جميع القياسات من الرسم .

الحل : يوضح الشكل (11) مخطط لدورة الماء والبخار في مرجل أنابيب الماء.



الشكل (11) يوضح مخططا لدورة الماء والبخار في مرجل أنابيب الماء

التمرين (ب)

المطلوب:

1- تجميع أجزاء المرجل ؟

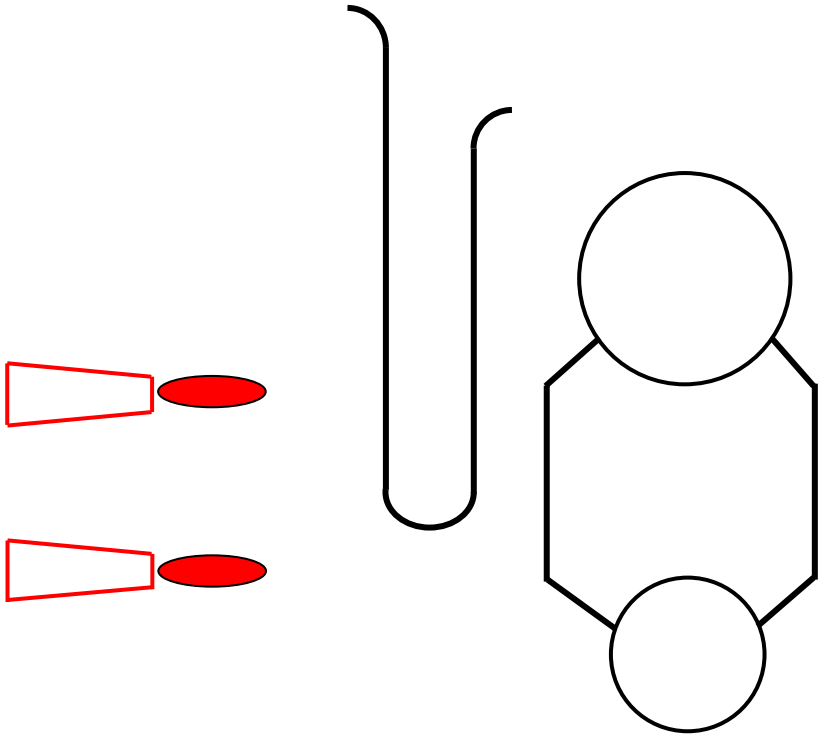
2- رسم الأنابيب مع تحديد مسار الماء .

3- كتابة وتأشير أسماء جميع الاجزاء ؟

4- مقياس الرسم 1:1 .

ملاحظة: تؤخذ الابعاد والزوايا من الرسم .

الحل : الشكل (12) يوضح الأجزاء الرئيسة لدورة جريان الماء والبخار في المرجل.



الشكل (12) الأجزاء الرئيسة لدورة جريان الماء والبخار في المرجل

لوحة (4) محمصات البخار

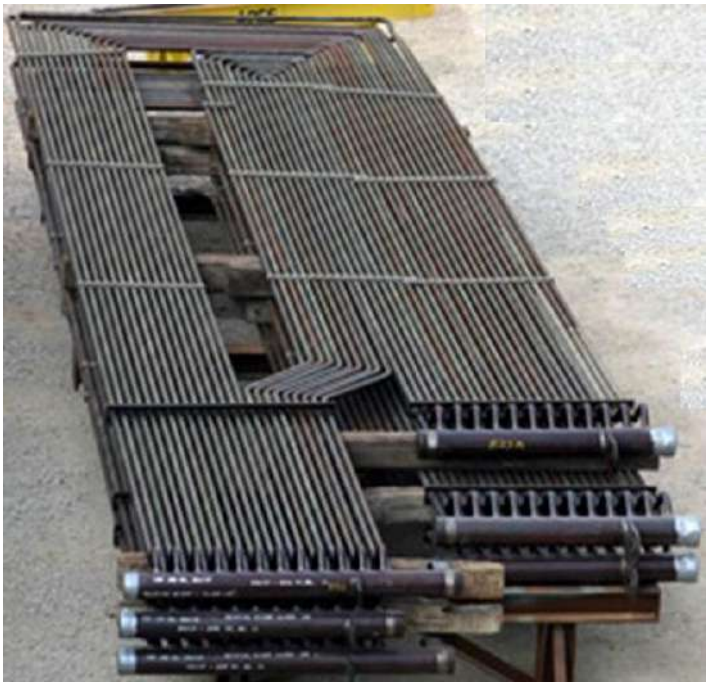
تمهيد

يتم تحميص البخار في أنابيب تعترض مجرى لهب الغازات الساخنة نتيجة أحتراق الوقود وذلك لسببين مهمين هما:

1- الحصول على ضغط عالٍ جداً وهذا يتم برفع درجة حرارة البخار ، فيصبح البخار كالغاز، وأن رفع درجة حرارة الغازات في حيز مغلق يزداد ضغطها ، وهذا هو مبدأ عمل تحميص البخار .

2- التخلص من قطرات الماء المحمولة في البخار لأن وجودها يسبب الضرر الكبير على ريش التوربين البخاري .

تتكون محمصات البخار من مصفوفات من الأنابيب المصنوعة من الصلب عالِ الجودة والتي تتحمل ضغط وحرارة عاليين ، ويكون شكلها الخارجي وعددها بحسب حجم المرجل ومقدار الضغط المطلوب ودرجة الحرارة . أنظر الشكل (13) .



الشكل (13) يوضح مصفوفات أنابيب مهيئة لصنع محمصة بخار في مرجل أنابيب الماء

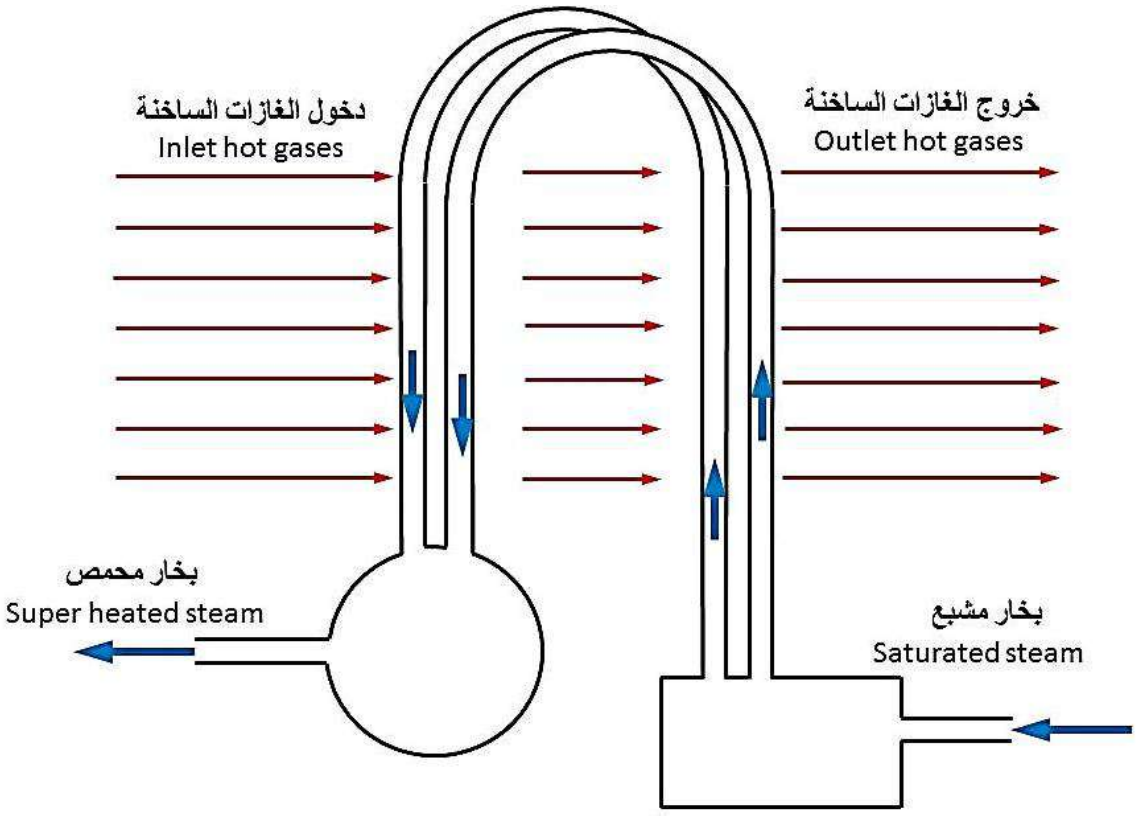
التمرين (أ)

المطلوب: رسم المخطط موضحاً أسماء الأجزاء .

مقياس الرسم 1:1

ملاحظة: تؤخذ جميع القياسات من الرسم .

الحل : الشكل (14) يوضح رسم مخطط لدورة البخار المحمص في مرجل أنابيب الماء .



الشكل (14) يوضح مخطط دورة البخار المحمص في مرجل أنابيب الماء

تمرين (ب)

المطلوب:

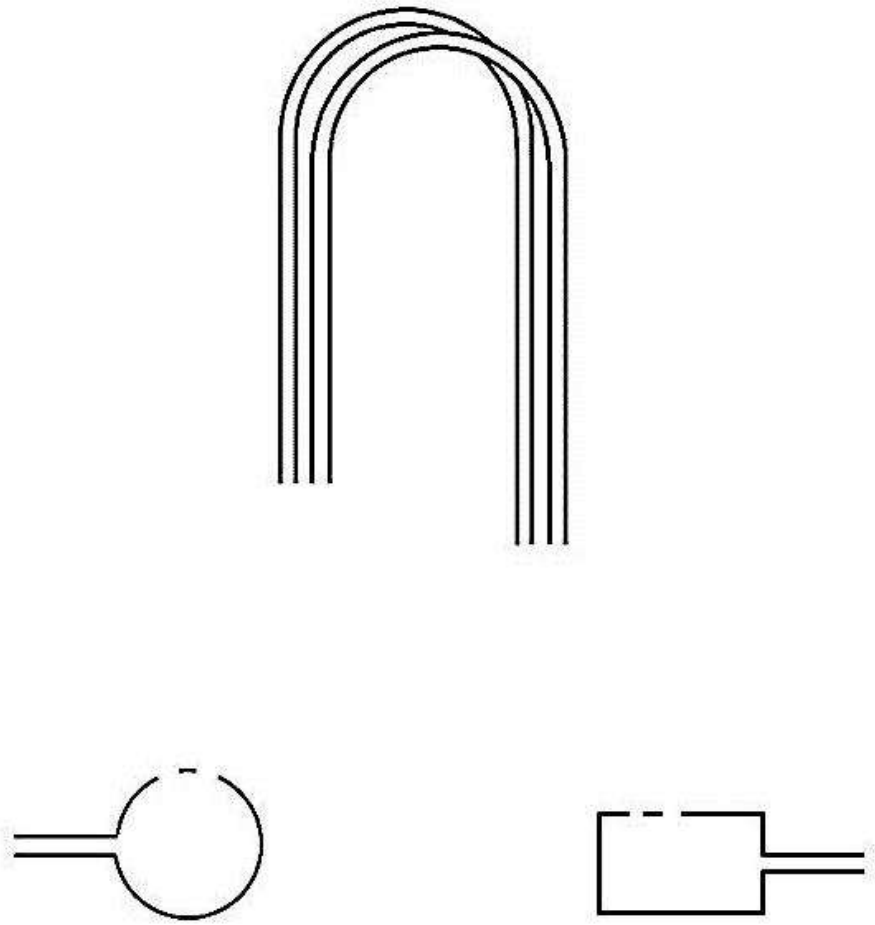
1- رسم وتجميع الأجزاء بمقاس رسم 1 :1 .

2- تحديد مسار البخار المشبع والبخار المحمص .

3- تحديد مسار الغازات الساخنة .

ملاحظة : تؤخذ جميع الابعاد من الرسم .

الحل : الشكل (15) يوضح أجزاء محمصة البخار في مرجل أنابيب الماء .



الشكل (15) يوضح مخططا لأجزاء محمصة البخار في مرجل أنابيب الماء

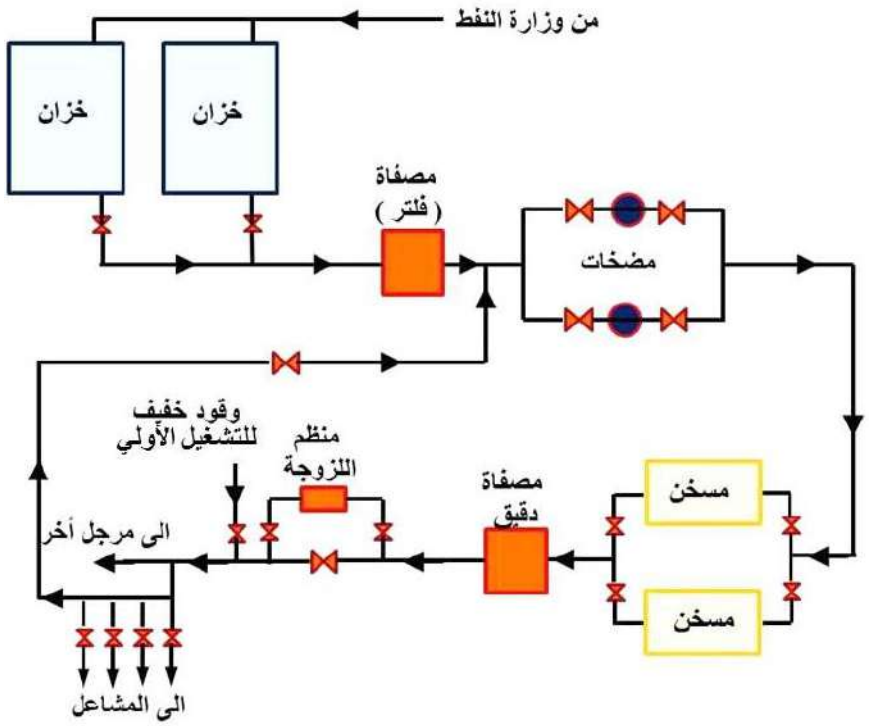
لوحة (5)

دورة الوقود في المحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية

تمهيد

يعد الوقود المادة الأساسية في عمل المحطات الكهربائية ، ومن دون الوقود تتوقف وتصبح عديمة الفائدة ، والوقود بأنواع مختلفة منه النقي ويسمى الخفيف مثل (الغاز والبنزين والنفط الأبيض وزيت الغاز)، والثقيل مثل النفط الخام ومخلفات مصافي النفط (بعد أخذ الأنواع الجيدة منه) وهذا يمر بمراحل قبل دخوله المشاعل في أفران المراجل .

يمتاز النفط الخام أو النفط الثقيل بلزوجة عالية ويحتوي على مواد قد لاتنفذ من ثقوب المشاعل ، لذلك يأتي من المصدر الى أحواض كبيرة ثم يخرج منها الى مصفاة ذات مسامات واسعة ليذهب الى المضخات (وعددها أثنان واحدة تعمل والأخرى أحتياط تعمل عند توقف الأولى) ، ثم يذهب الوقود خلال أنابيب الى مبادلتين حراريتين أحدهما يعمل والثاني أحتياط يعمل عند توقف الأول ، يعملان بواسطة مسخنات كهربائية أو بالتبادل الحراري مع شبكة أنابيب يمر خلالها البخار القادم من المرجل ، في محطات أخرى يتم التسخين عن طريق مرجل صغير خاص بتسخين الوقود ليذهب الى مصفاة دقيقة ثم تعالج اللزوجة ويأخذ طريقه الى مشاعـل المراجـل ، ومن دون أضافة اي محسنات ، كما في الشكل (16) .



الشكل (16) يوضح مخطط دورة الوقود من المصدر الى مشاعل المرجل(للاطلاع فقط)

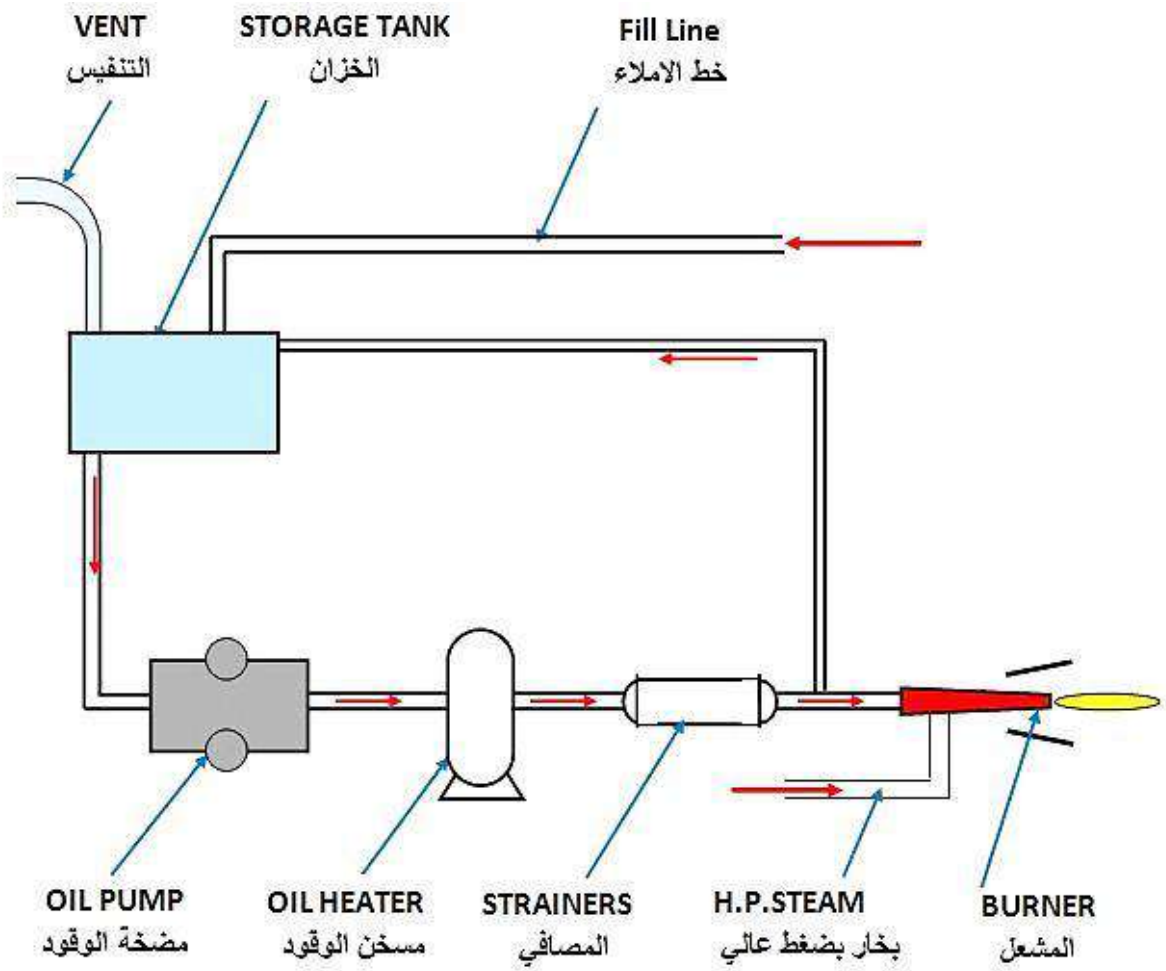
تمرين (أ)

المطلوب: رسم الأجزاء موضحاً أسماءها .

مقياس الرسم 1:1

ملاحظة: تؤخذ جميع القياسات من الرسم .

الحل : المخطط (17) يوضح رسم مبسط لدورة الوقود السائل المستخدم في تشغيل مرجل لمحطة كهرباء حرارية .



المخطط (17) يوضح دورة الوقود السائل المستخدم في تشغيل مرجل لمحطة كهرباء حرارية

تمرين (ب)

المطلوب :

1- ربط الأجزاء بواسطة انابيب .

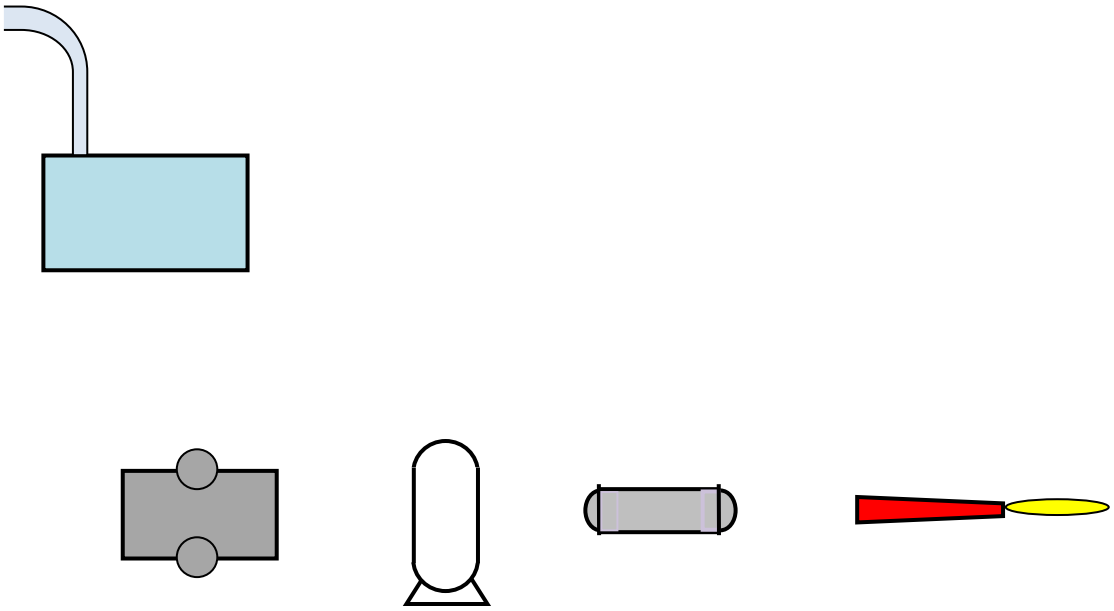
2- تحديد مسار الوقود في المنظومة ومسار الوقود الراجع (الفائض) .

3- تسمية الاجزاء باللغتين العربية والانكليزية .

مقياس الرسم 1 : 1

ملاحظة: تؤخذ جميع الابعاد من الرسم .

الحل : الشكل (18) يوضح أجزاء منظومة الوقود السائل لمحطة كهرباء حرارية .



الشكل (18) يوضح مخططا لأجزاء منظومة الوقود السائل لمحطة كهرباء حرارية

لوحة (6)

دورة البخار في المحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية

تمهيد

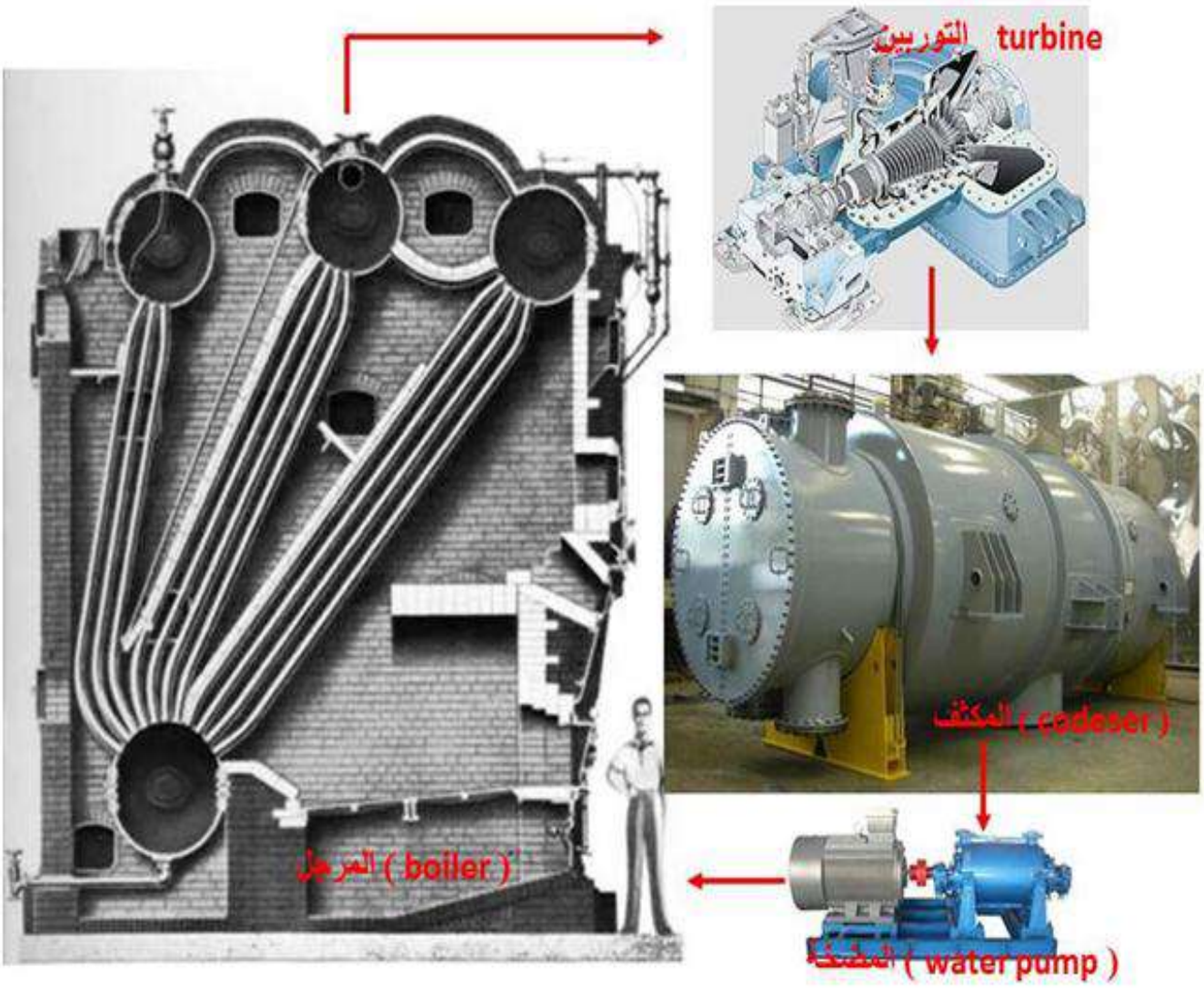
تتكون المحطة الحرارية من الأجزاء الرئيسة الأتية :**1- المرجل :** وفيه يتم توليد بخار بضغط عالٍ ودرجات حرارة تصل الى (500) درجة مئوية وكمية كبيرة ، يتم توجيه هذا البخار عبر أنابيب من الصلب تصل أقطارها الى أكثر من (400) ملم .

2- التوربين : في هذا الجزء الحيوي من المحطة الحرارية يتم تحويل طاقة البخار المتمثلة بالضغط

والحرارة العاليين الى طاقة حركية تعمل على تدوير التوربين في أحد الأتجاهين والذي يعتمد على التصميم الاساسي للتوربين وكذلك المولد .

3- المكثف : هو الجزء الذي من خلاله يصبح ضغط البخار أقل من الضغط الجوي ودرجات الحرارة المرتفعة تصبح أقل من (40) درجة مئوية وهذا الأنعطاف الكبير في الضغط والحرارة يزيد من كفاءة عمل التوربين .

4- مضخة الماء: هي مضخة ميكانيكية كهربائية تعمل على ضخ الماء النقي المتكاثف في أسفل المكثف الى المرجل مرة أخرى، وهكذا تعمل المحطة في دورة مغلقة بين هذه الأجزاء الأربعة الرئيسة وتستطيع المضخة ضخ الماء بضغط يفوق ضغط البخار، أنظر الشكل (19) .



الشكل (19) يوضح الأجزاء الأربع الرئيسة في المحطة الحرارية (للأطلاع فقط)

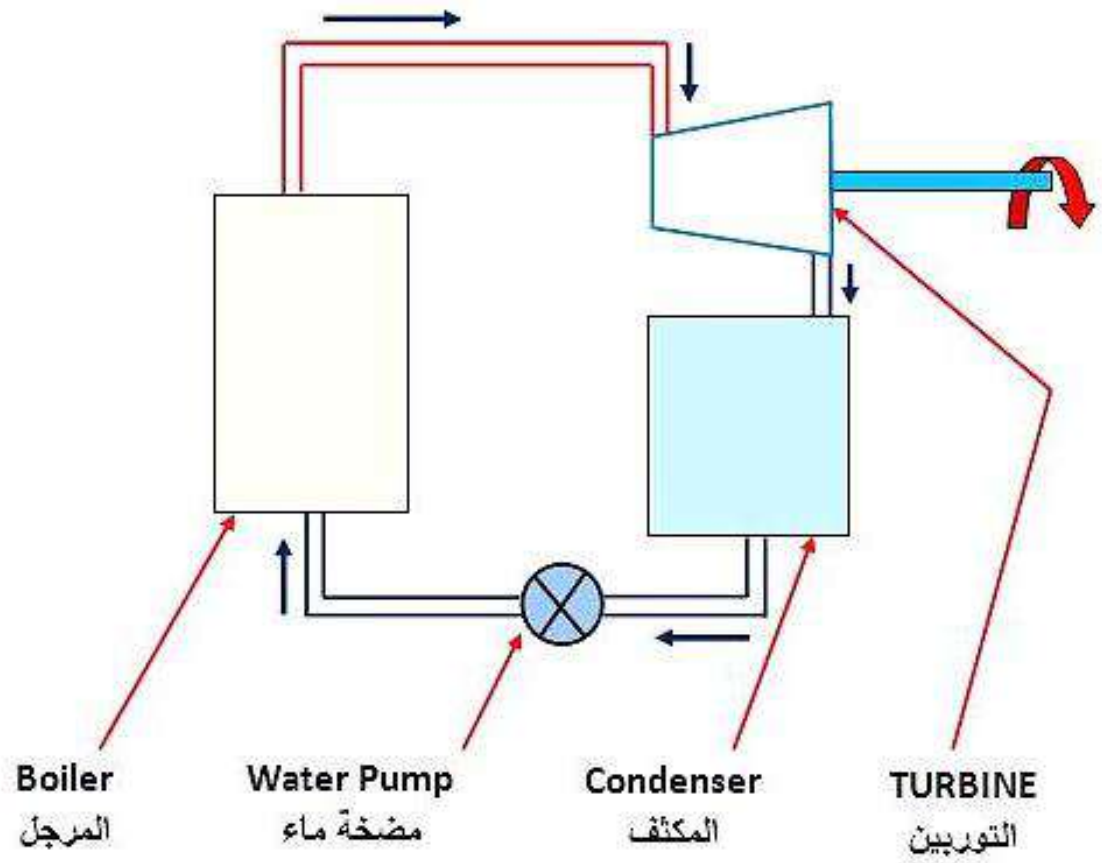
تمرين (أ)

المطلوب: أرسم المخطط موضحاً اسماء الأجزاء .

مقياس الرسم 1:1

ملاحظة :تؤخذ جميع القياسات من الرسم .

الحل : الشكل (20) يوضح رسم مخطط مبسط لدورة البخار المستخدم في تشغيل محطة الكهرباء الحرارية .



الشكل (20) يوضح مخططا لدورة البخار المستخدم في تشغيل محطة الكهرباء الحرارية

تمرين (ب)

المطلوب :

1- ربط تلك الاجزاء بواسطة انابيب .

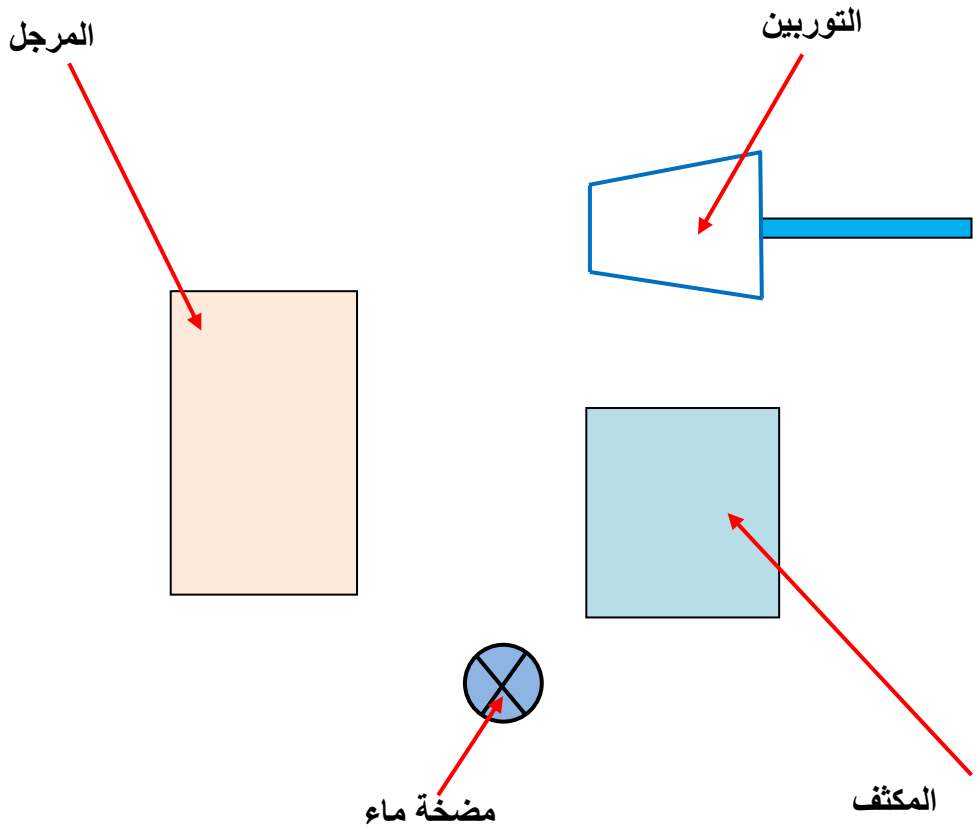
2- تحديد مسار البخار الذي بدوره يشغل التوربين .

3- تحديد اتجاه الحركة الدورانية الناتجة من التوربين .

4- تسمية الاجزاء باللغتين الانكليزية والعربية .

ملاحظة: تؤخذ جميع الابعاد من الرسم .

الحل : الشكل (21) يوضح مخططا للأجزاء الرئيسة في المحطة الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية .



الشكل (21) يوضح مخططا لأجزاء محطة حرارية لتوليد الطاقة الكهربائية

لوحة (7)

المكثف Condenser

تمهيد

المكثف: هو وعاء كبير تتخلله شبكة أنابيب فولاذية بوضع أفقي ، يجري بداخلها ماء النهر بكميات كبيرة وسرعة تدفق عالية ودرجة حرارة لاتتجاوز (40) درجة مئوية ، ويحتوي المكثف على بوابة واسعة من الأعلى ليدخل من خلالها البخار القادم من التوربين، بعد أن أدى الى تدوير التوربين، وهو بدرجة حرارة عالية تتجاوز الـ (400) درجة مئوية، فيتكاثف البخار عند ملامسته الأسطح الخارجية للأنابيب التي يجري بداخلها ماء النهر الى قطرات ماء تتجمع في قاع المكثف يتم ضخها الى المرجل مرة أخرى ، أنظر الشكل (22).



الشكل (22) يوضح صورة لمكثف في محطة حرارية (للأطلاع فقط)

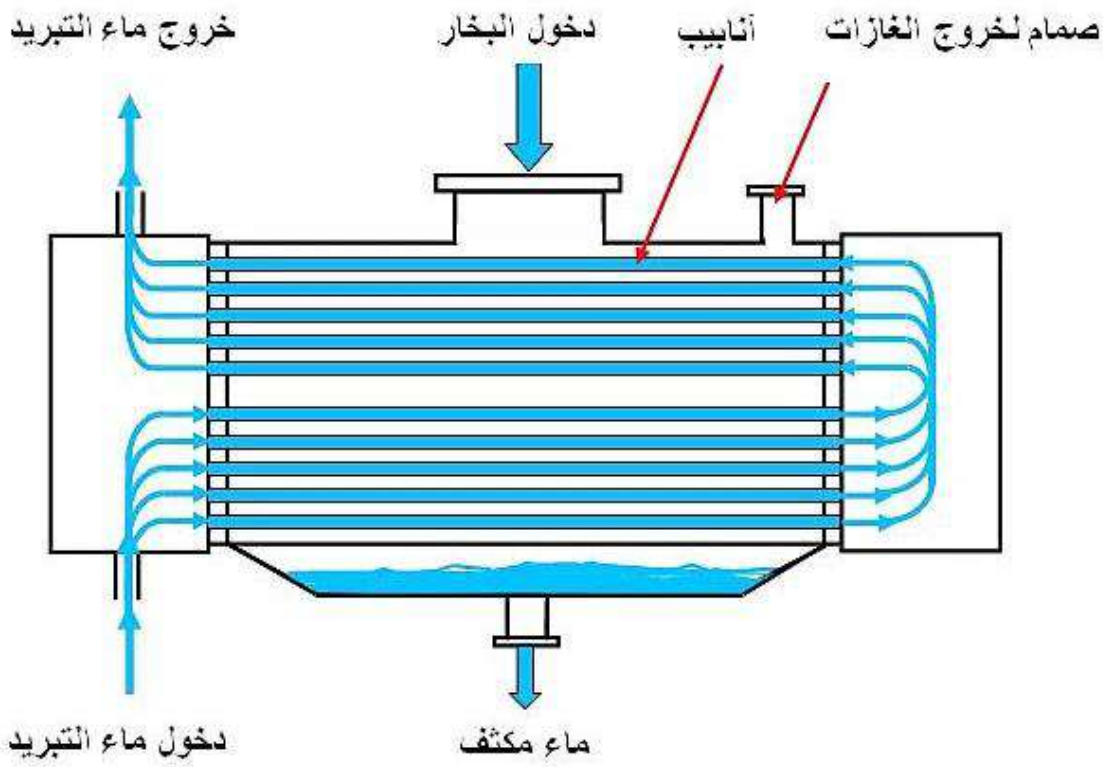
تمرين (أ)

المطلوب : أرسم مخطط المكثف موضحاً اسماء الأجزاء .

مقياس الرسم 1:1

ملاحظة: تؤخذ جميع القياسات من الرسم .

الحل : الشكل (23) يوضح رسم مخطط لمكثف البخار في محطة الكهرباء الحرارية



الشكل (23) يوضح رسم مخطط لمكثف البخار في محطة الكهرباء الحرارية

تمرين (ب)

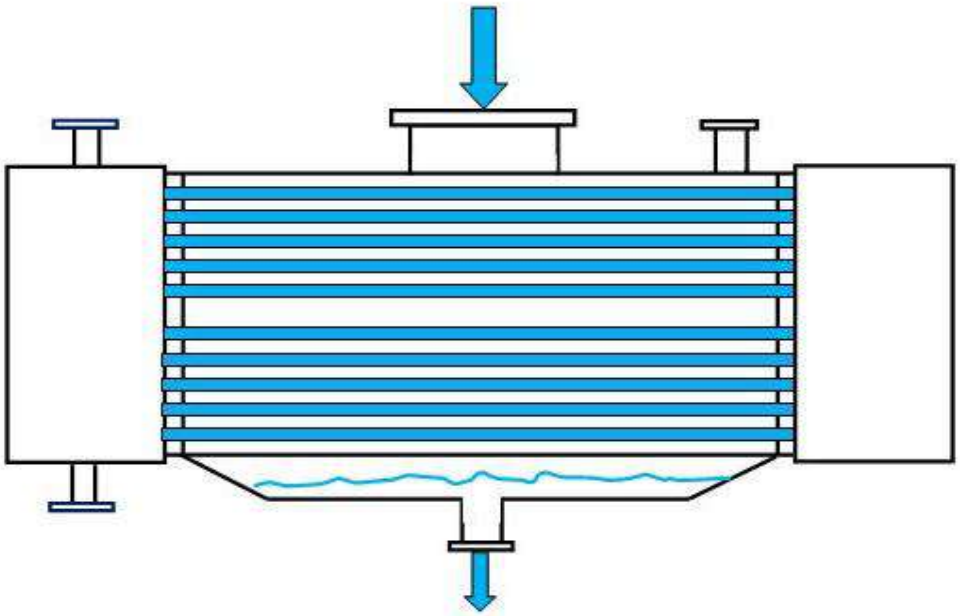
المطلوب :

1-رسم و تحديد مسار ماء التبريد .

2-رسم وتحديد مسار البخار والماء المكثف .

ملاحظة :تؤخذ جميع الأبعاد من الرسم .

الحل : الشكل (24) يوضح المكثف المستعمل في المحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية.



الشكل (24) يوضح المكثف المستعمل في المحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية

لوحة (8) المحطات الغازية المزدوجة

تمهيد

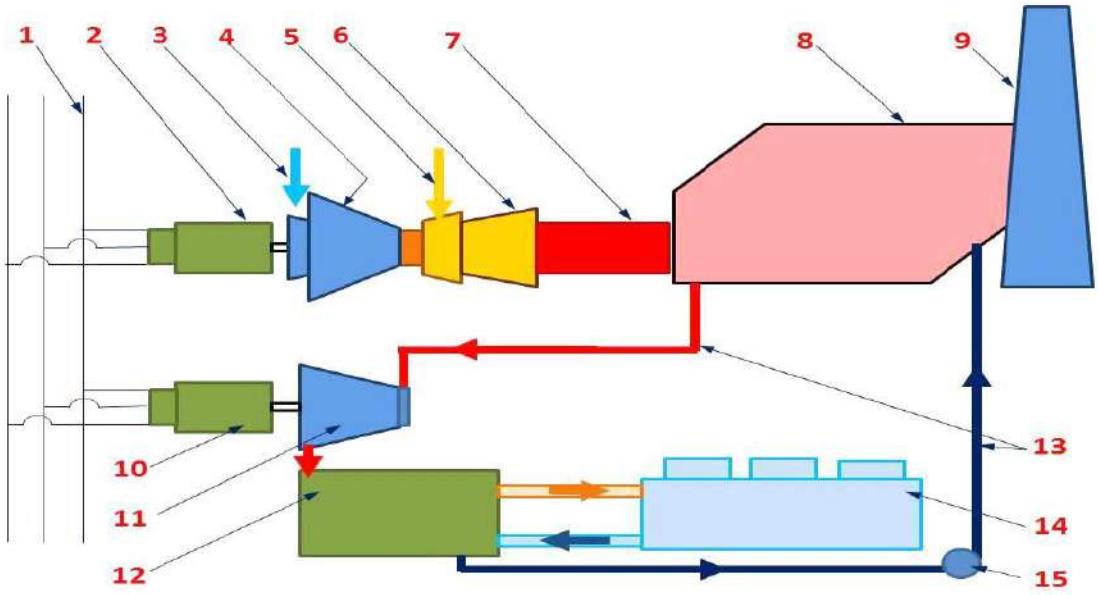
أن محطات التوليد الغازية سهلة البناء والتشغيل ولكن وقودها بمواصفات عالية الجودة وهذا يتسبب في زيادة الكلفة الأقتصادية للطاقة الكهربائية المنتجة أو بتعبير أخر أن كفاءتها واطئة قد لاتتجاوز الـ (30%) بسبب حرق كمية كبيرة من الوقود الجيد لأنتاج ضغط عالٍ لتدوير التوربين الغازي أما الحرارة فتذهب خلال المدخنة الى الجو من دون فائدة، وهذا ما يعمل به في المحطات الغازية في العراق.

في بلدان أخرى تم الاستغلال الأمثل للوقود عن طريق بناء محطات غازية والى جوارها محطات حرارية تستمد الطاقة اللازمة في أنتاج البخار المحمص من غازات العادم الخارجة من التوربين الغازي ثم تأخذ طريقها الى المدخنة وبذلك تتحقق كفاءة عالية للمحطات المزدوجة تصل الى أكثر من (50 %) وأنخفاض التأثير السلبي على البيئة من الغازات الساخنة الخارجة من المدخنة الى الجو، أنظر الشكل (25) .



الشكل (25) يوضح محطة غازية حرارية مزدوجة (للأطلاع فقط)

الشكل (26) يوضح مخططا لمحطة غازية مزدوجة (للأطلاع فقط)



الشكل (26) مخطط لأجزاء محطة غازية مزدوجة

Electric Transmission	1. خطوط نقل الطاقة
Generator 1	2. المولد
Air Inlet	3.دخول الهواء
Air Compressor	4.ضاغط الهواء
Fuel	5.دخول الوقود السائل أو الغاز
Gas Turbine	6.التوربين الغازي
Hot Exhaust	7.أنبوب العادم
Heat Recovery Steam Generator	8.المبادل الحراري (المرجل)
Warm Exhaust	9.المدخنة
Generator 2	10.مولد رقم 2
Steam Turbine	11.التوربين البخاري
Condenser	12.المكثف
Water & Steam Pipes	13.أنابيب نقل الماء والبخار
Cooling Tower	14.برج التبريد
Water Pump	15.مضخة الماء المتكاثف

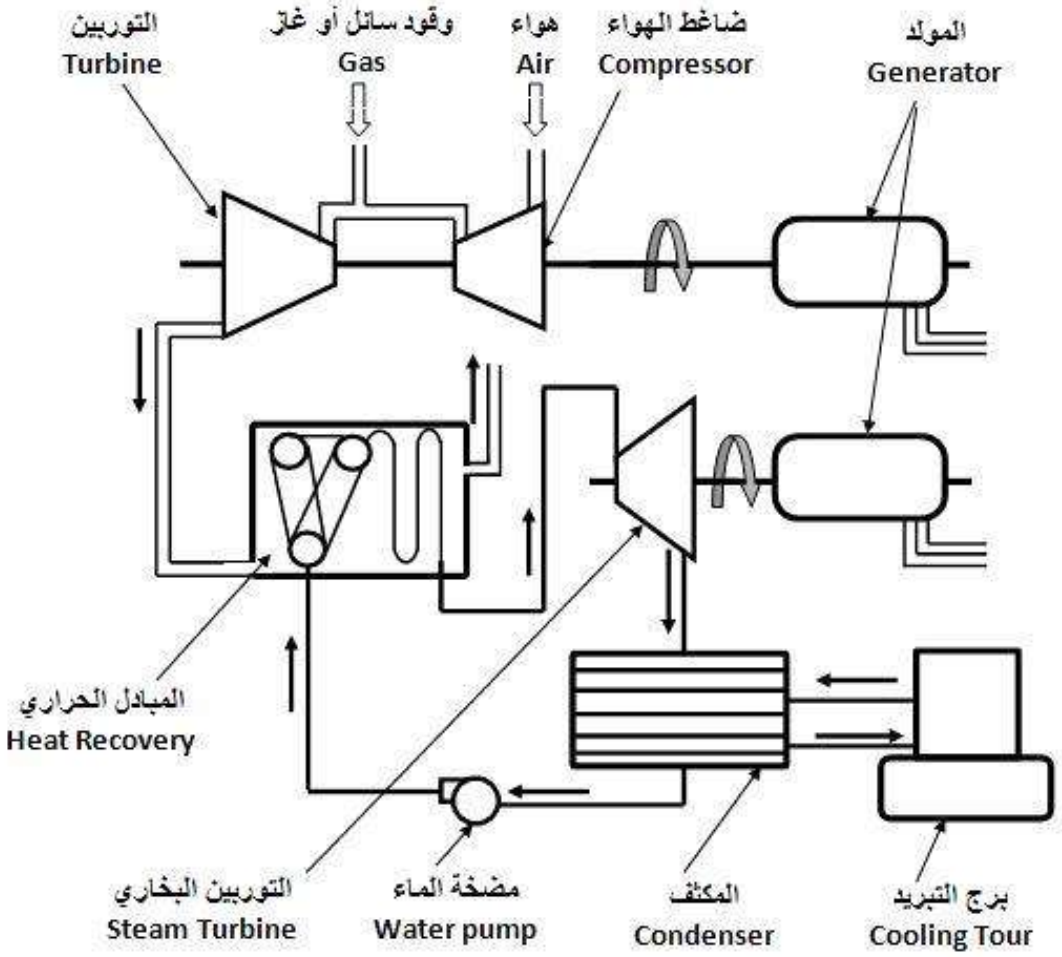
تمرين (أ)

أرسم مخططا لمحطة غازية مزدوجة مع محطة كهرباء حرارية ، موضحاً أسماء الأجزاء.

مقياس الرسم 1:1

ملاحظة: تؤخذ جميع القياسات من الرسم .

الحل : الشكل (27) يوضح رسم مخطط لمحطة غازية مزدوجة .



الشكل (27) يوضح مخططا لمحطة غازية مزدوجة

تمرين (ب)

المطلوب:

1-ربط الأجزاء بواسطة الأنابيب .

2-تحديد مسار غازات العادم .

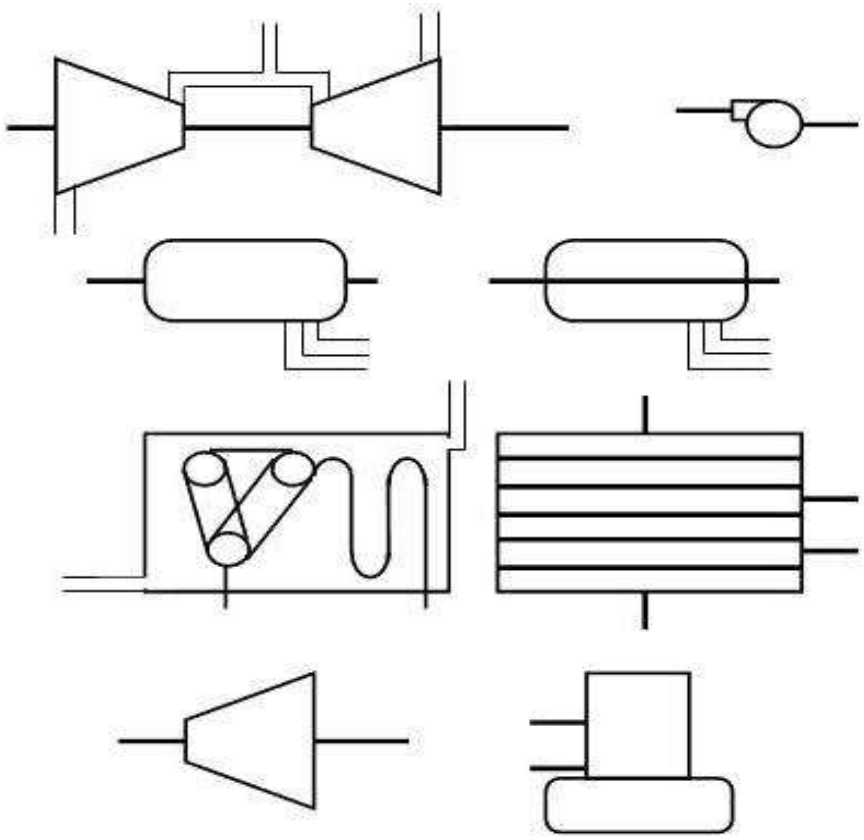
3-تحديد مسار البخار الذي بدوره يشغل التوربين البخاري .

4-تحديد اتجاه الحركة الدورانية الناتجة من التوربينين .

5-تسمية الاجزاء باللغة الانكليزية وبجوار اسمائها العربية .

ملاحظة: تؤخذ جميع الأبعاد من الرسم .

الحل: الشكل (28) يوضح الأجزاء الرئيسية لمحطة غازية مزدوجة مع محطة حرارية لتوليد الطاقة الكهربائية .



الشكل (28) يوضح الأجزاء الرئيسية لمحطة كهرباء غازية مزدوجة

لوحة (9) التوربين الغازي

تمهيد

التوربين الغازي:

هو الجزء الرئيس في المحطات الغازية الذي يقوم بتحويل طاقة التفاعل الكيميائي نتيجة أحتراق الوقود الى طاقة حركية دورانية تستعمل في تدوير المولدات الكهربائية .

يتكون المحرك من ثلاثة أجزاء رئيسة تتحد معاً في عمل مشترك لأنتاج الطاقة الحركية الدورانية ، وهذه الأجزاء هي :

الضاغط:

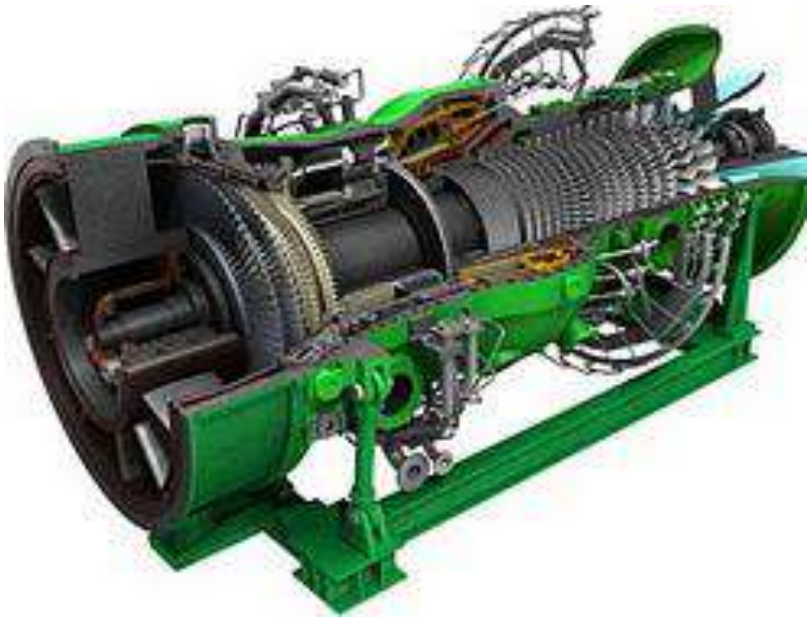
ويتكون من مجموعة مراوح يصل عددها الى (17) مروحة تبدأ بالقياس الكبير ثم تصغر تدريجياً حتى المرحلة الأخيرة تكون أصغر حجماً وتدفع كمية كبيرة من الهواء في حيز ضيق (أي بضغط كبير) الى الجزء الثاني (غرف الأحتراق).

غرف الأحتراق:

في هذا الجزء المهم يضخ الوقود بشكل رذاذ من خلال منافذ خاصة تسمى (النوزلات) ويدخل الهواء بضغط عالٍ ويمتزج الخليط ومع توهج مستمر لمقاومة كهربائية يحدث الأحتراق ويستمر مع أستمرار تدفق الهواء والوقود منتجاً كمية هائلة من الغازات الساخنة وبضغط كبير تنتقل الى الجزء الثالث (التوربين) .

التوربين:

ويتكون من ثلاث مراحل أو أربع من ريش بأطوال مختلفة تكون ريش المرحلة الأولى صغيرة وتزداد طولاً حتى المرحلة الرابعة التي تكون ريشها كبيرة المساحة وذلك للأستفادة القصوى من غازات الأحتراق التي يتناقص ضغطها تدريجياً ، ثم تخرج الى المدخنة ، أنظر الشكل (29) .



الشكل (29) يوضح التوربين الغازي

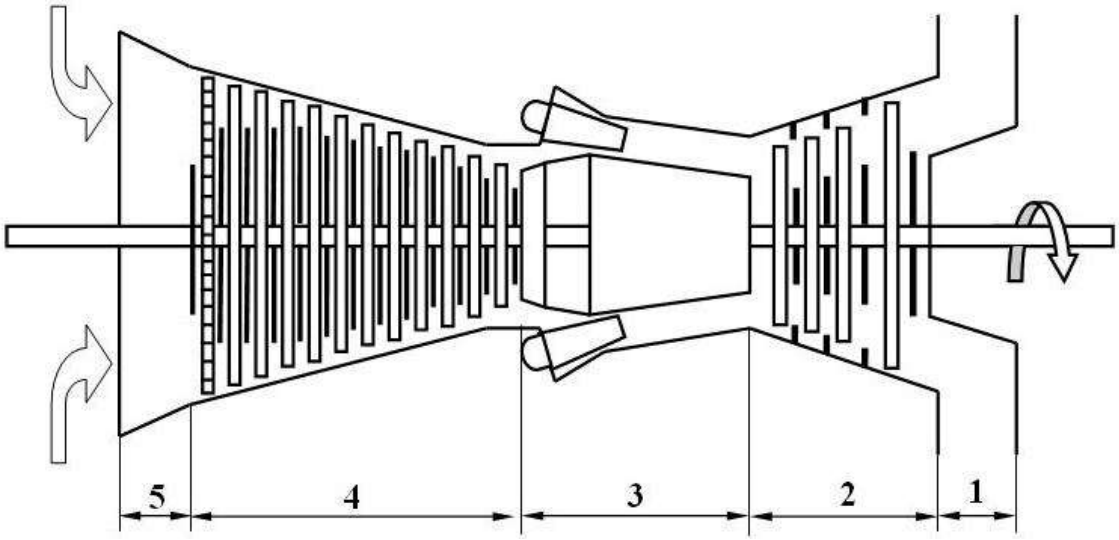
تمرين (أ)

أرسم التوربين الغازي موضحاً أسماء الأجزاء الرئيسة .

مقياس الرسم 1:1

ملاحظة : تؤخذ جميع القياسات من الرسم .

الحل : الشكل (30) يوضح رسم مبسط للأجزاء الرئيسة للتوربين الغازي .



1. خروج الغازات	Exhaust
2. التوربين	Turbine
3. غرف الأحتراق	Combustion Chamber
4. الضاغط	Compressor
5. دخول الهواء	Air Inlet

الشكل (30) يوضح الأجزاء الرئيسة للتوربين الغازي

التمرين (ب)

المطلوب :

1- رسم وتجميع الأجزاء .

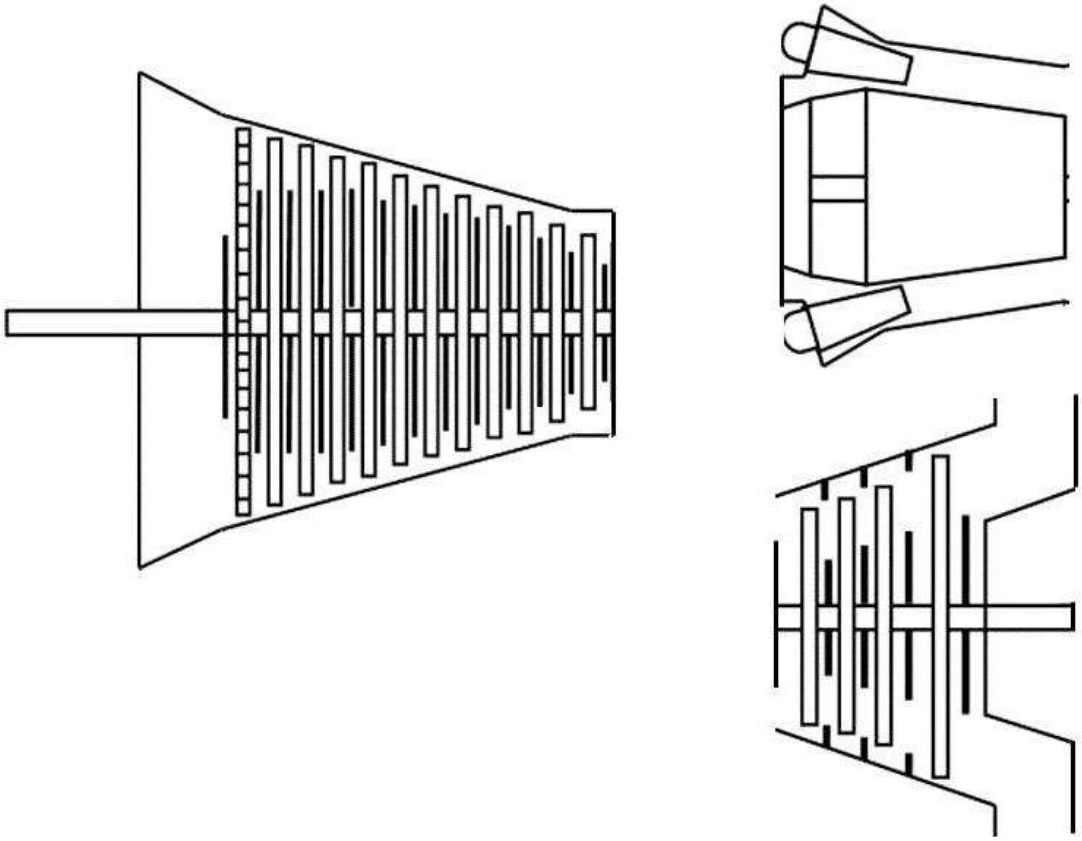
2- تحديد مسار الهواء وغازات العادم .

3- تحديد اتجاه الحركة الدورانية الناتجة .

4- تسمية الاجزاء .

ملاحظة: تؤخذ جميع الأبعاد من الرسم.

الحل : الشكل (31) يوضح الاجزاء الرئيسة لتوربين غازي .



الشكل (31) يوضح اجزاء التوربين الغازي

لوحة (10)

رسم مخطط لمحطة توليد الطاقة الكهربائية ومراحل توزيعها من المحطة الى المستهلكين والمعامل الصناعية

تمهيد

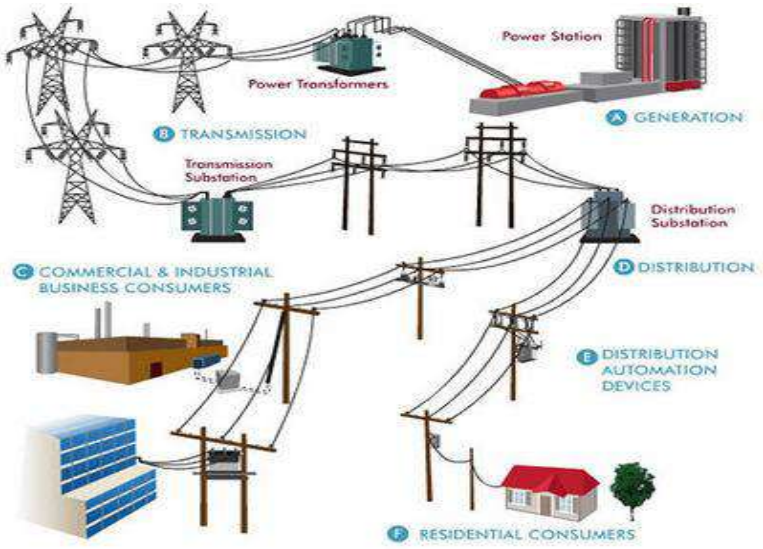
الشبكات التقليدية:

إن الشبكات الكهربائية الموجودة حالياً تم تطبيقها منذ حوالي 75 عاما او أكثر ، حيث ان مكونات الشبكة هي :

- **محطة التوليد.**
- **محولات القدرة.**
- **محطات النقل الفرعية.**
- **محطات التوزيع الفرعية والتي تكون للمستهلكين من أنواع مختلفة (شقق سكنية - صناعة... الخ).**

وكما موضح في الشكل (32):

حيث يبين مراحل توليد ونقل الطاقة الكهربائية منذ بداية التوليد من محطة التوليد (Power Station) ثم ينتقل الى المرحلة الثانية الى المحولات الكهربائية التى تعمل على رفع الجهد المتولد من المولد الى جهد عالٍ لنقله الى مسافات بعيدة لكي يمكن السيطرة على الفقدان في الجهد الذي يحصل من خلال نقله الى تلك المسافات ثم يعاد الى جهد منخفض في محطة التحويل الثانوية (Transmission Substation) ثم ينتقل الى محطة التوزيع الثانوية (Distribution Substation) لتوزيع القدرة الكهربائية بفرعين الاول الى الدور السكنية (Residential Consumers) والاخر الى المحلات التجارية والصناعية (Commercial and Industrial Business).

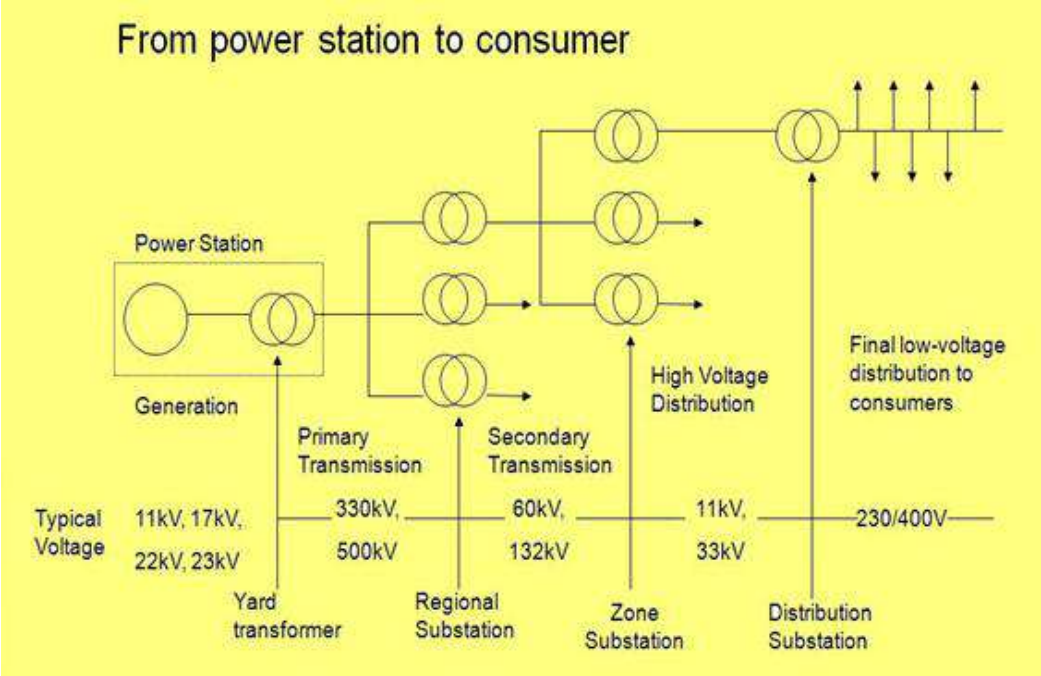


الشكل (32) مراحل توزيع الطاقة الكهربائية أبتداء من محطة التوليد لحين وصولها الى المستهلك

(للاطلاع فقط)

التمرين

ارسم المخطط الرمزي لمراحل توزيع الطاقة الكهربائية من محطة التوليد ولغاية وصولها الى المستهلك مثبت فيه الجهود الكهربائية لكل مرحلة، يمكن التعبير عن الشكل اعلاه (32) بمخطط كهربائي رمزي يبين انتقال القدرة من محطة التوليد الى المستهلك كما في الشكل (33) .



الشكل (33) المخطط الرمزي لتوليد ونقل الطاقة الكهربائية

Power Station Generation	محطة توليد القدرة
Primary Transmission	النقل الاساسي
Secondary Transmission	النقل الثانوي
High Voltage Distribution	توزيع الجهد العالي
Final Low-voltage Distribution to Consumers	التوزيع النهائي للمستهلكين بجهد واطئ

لوحة
(11)

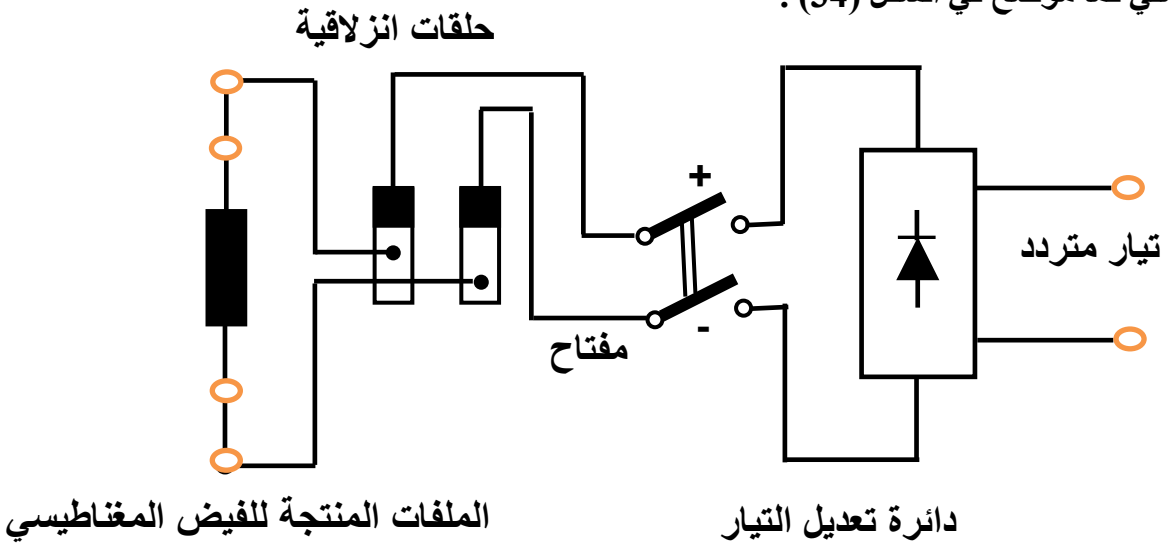
طرق تغذية ملفات ألاقطاب المغناطيسية للمولدات التزامنية ثلاثية الطور

تمهيد

يتم تغذية الاقطاب المغناطيسية بالتيار المستمر بالطرق ادناه:

(مثال أ) - المعدلات (المقومات) (Rectifiers):

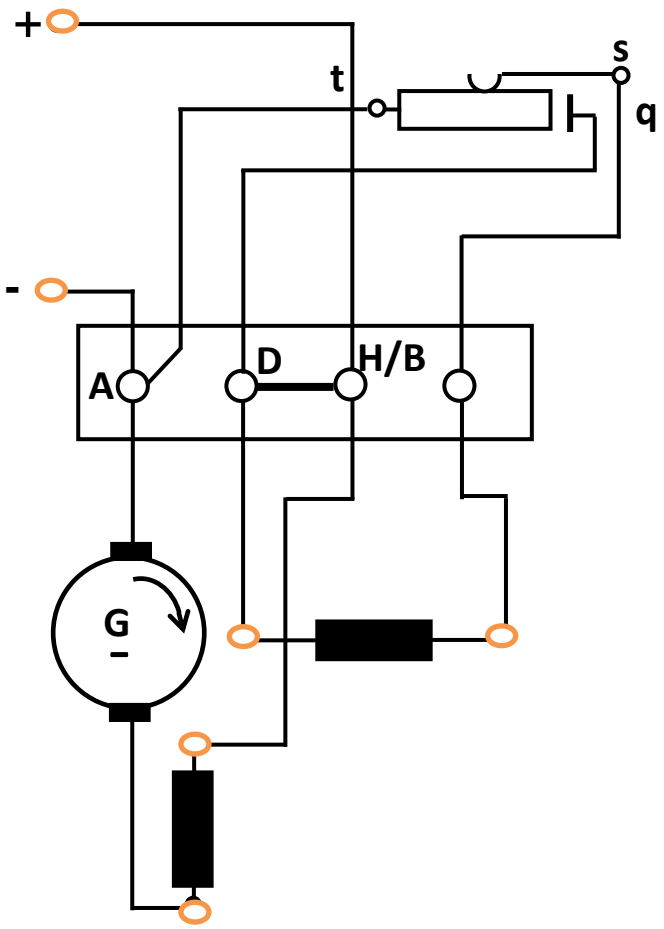
في هذه الطريقة تغذى ملفات اقطاب المولد التزامني باستخدام مجموعة من معدلات التيار والتي تعمل على تعديل التيارالمتغير الى تيار مستمر ويقوم هذا التيار المستمر بتغذية ملفات المولد التزامني كما موضح في الشكل (34) .



الشكل (34) يوضح تغذية ملفات الاقطاب المغناطيسية للمولد التزامني بأستخدام المعدلات

(مثال ب) - باستخدام مولدات التيار المستمر (توازي الربط):

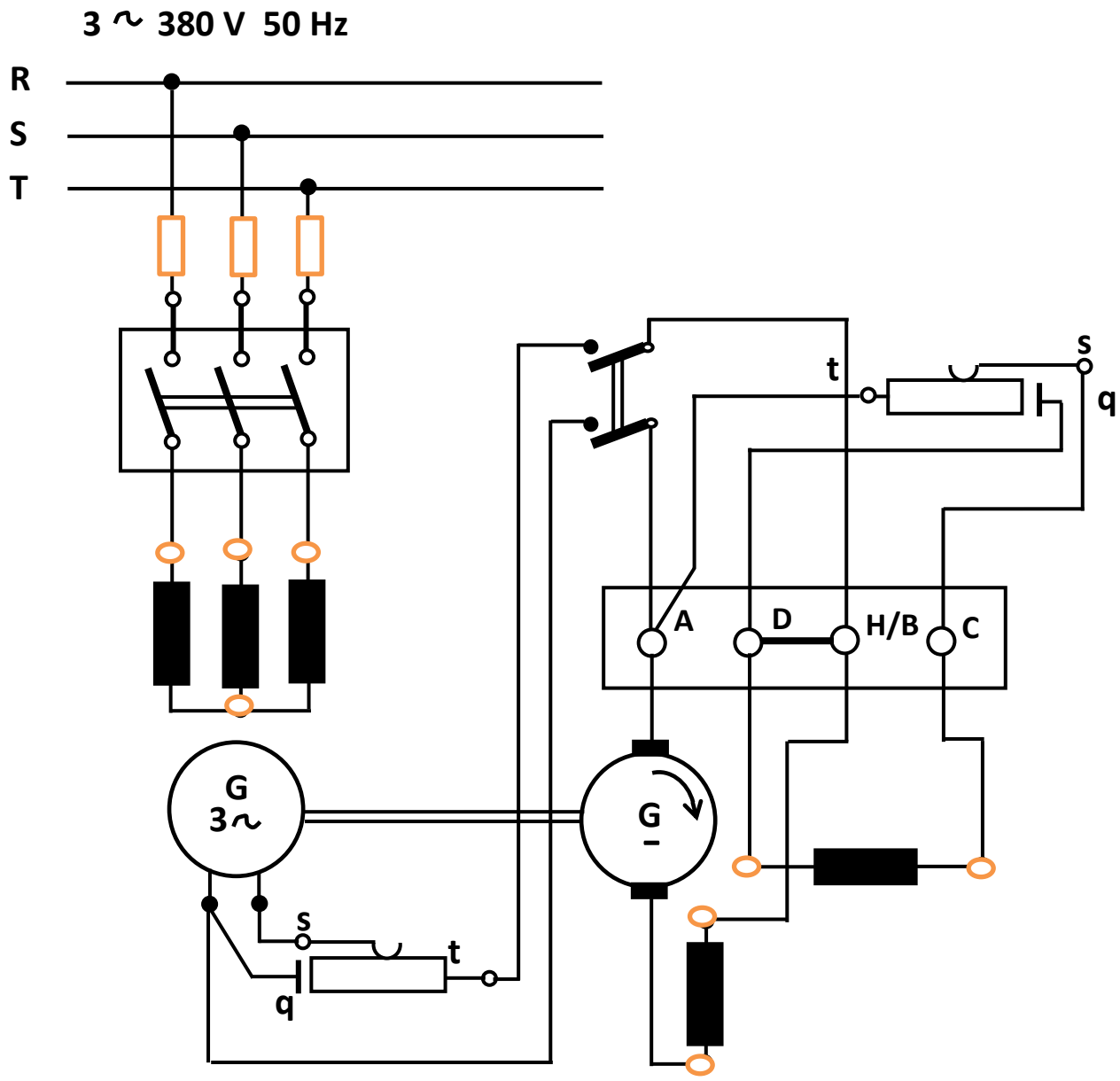
يستخدم مولد تيار مستمر (توازي الربط) لان القوة الدافعة الكهربائية فيه تكون تقريبا ثابتة تستعمل مقاومة متغيرة (منظم الجهد ذو ثلاثة اطراف q s t) لتحديد مقدار الفيض المغناطيسي الحاصل في ملفات المولد التزامني يصحبه تحديد القوة الدافعة الكهربائية كما في الشكل (35).



الشكل (35) يوضح دائرة مولد التوازي للتيار المستمر

التمرين

ارسم توصيلة كهربائية لمولد ثلاثي الاطوار يغذى الجزء الدوار فيه من مصدر تيار مستمر باستخدام مولد توازي الربط (ذو تيار مستمر) يمكن الحصول على الجهد المطلوب من خلال تغيير منظم الجهد (مقاومة متغيرة) موصولة على التوالي مع ملفات الاقطاب المغناطيسية لمولد التيار المستمر ومن خلالها يمكن تحديد الجهد على طرفي المولد التزامني مستعملا قاطع دورة ثنائي القطب بين طرفي المولد ويغذي المولد التزامني شبكة تيار متغير (380 V ~ 3) عن طريق مفتاح ثلاثي الاقطاب وثلاث مصهرات ويتم تغذية الشبكة الثلاثية الطور (R,S,T) من الجزء الثابت للمولد التزامني الموصلة ملفاته على شكل نجمة وكما موضح في شكل (36) .



الشكل (36) يمثل الدائرة الكاملة لمولد تزامني ثلاثي الطور يغذى الجزء الدوار فيه بتيار مستمر بوساطة مولد تيار مستمر (متوازي الربط

لوحة (12)

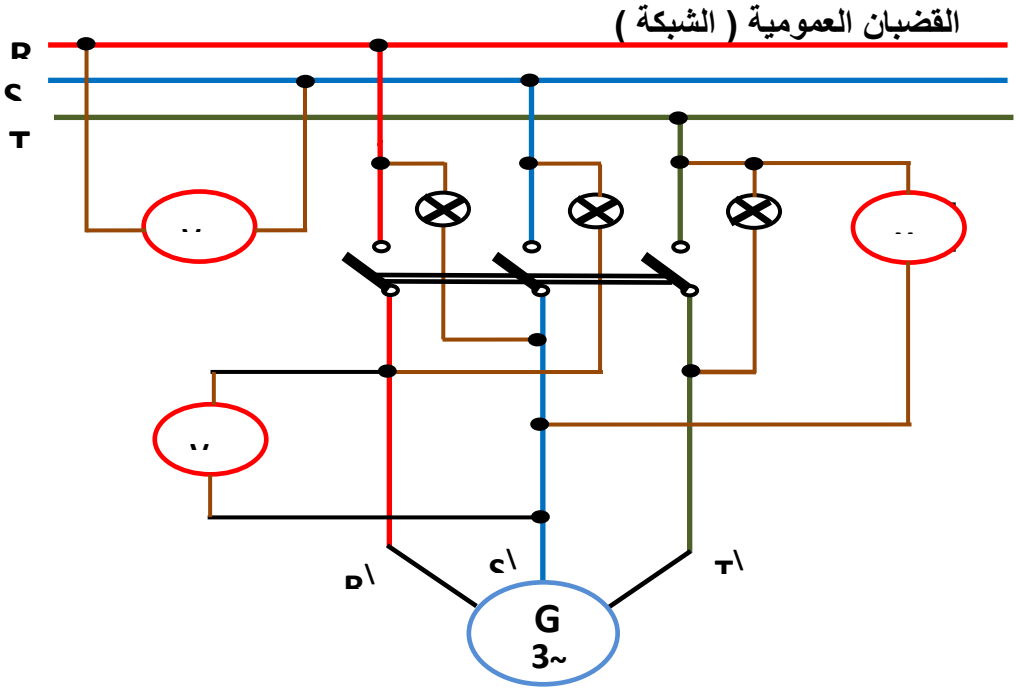
ربط المولد التزامني مع الشبكة الكهربائية والقضبان العمومية

تمهيد

لربط المولد التزامني بالتوازي الى الشبكة الكهربائية (القضبان العمومية)يتطلب هذا الامر توفر شروط خاصة، ولتحقيق تلك الشروط تجري عملية التوافق(التزامن)بعدة طرق منها:

الطريقة المركبة

(مثال) يوضح الشكل (37) كيفية اجراء عملية التوافق (التزامن) بطريقة المركبة ويوصل جهاز الفولتميتر (Vb) ليبين جهد الخط بين القضبان بينما يتم توصيل (Vm) ليبين جهد الخط المرحلي للمولد، ويوصل (Vs) ليبين الفرق في الجهد بين الجهاز (Vb) والجهاز(Vm) ، وعندما تكون قراءة (Vs) تساوي صفر يتم التأكد من ان جهد المولد مساوٍ لجهد القضبان ، تبدأ عملية التزامن بضبط قراءات الاجهزة الثلاثة عن طريق تغيير تيار التغذية لملفات المجال المغناطيسي مع ضبط سرعة الدوران للمولد عند سرعة التزامن.

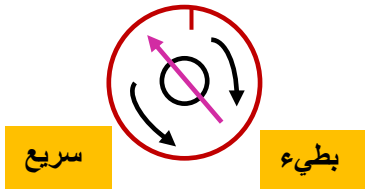


الشكل (37) يبين أجراء عملية التوافق بين الشبكة والمولد(الطريقة المركبة)

(الدائرة للحفظ)

منظار التزامن synchroscope

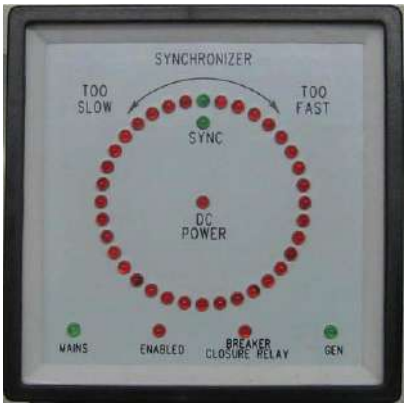
يتكون منظار التزامن من ريش تتحرك نتيجة المجال المغناطيسي ، لذلك يدور مؤشر المنظار في اتجاه المجال الاسرع بحيث يمكن معرفة او تحديد سرعة المولدة عن الحد المطلوب، ويتحدد ذلك بفعل دوران المؤشر وعند وقوفه يدل على استقرارية العملية على الوضع الصحيح، ويرمز لمنظار التزامن كما في الشكل (A38) .



شكل (A38) رمز لمنظار التزامن

استعمال منظار التزامن لبيان اتمام عملية التزامن والتأكد من توفر الشروط السابقة للعملية ، حيث يتم اجراء عمليات التزامن على قضبان خاصة لتجاوز الاخطاء التي تحدث في هذه العملية،كما في الشكل (B 38) .

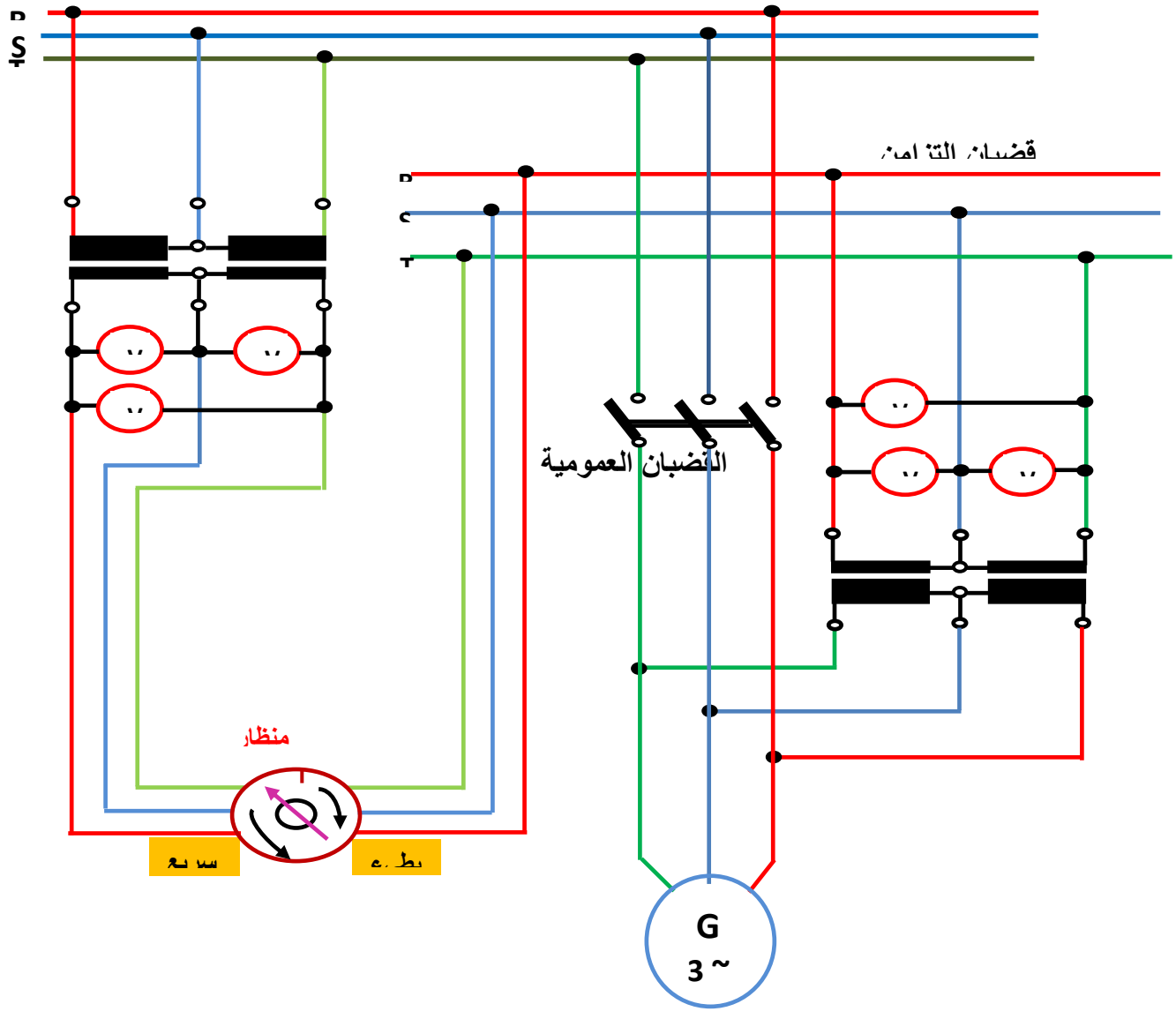




الشكل (B38) يبين منظار التزامن (Synchroscope أو Synchronizer) يستعمل في عملية التوافق (للاطلاع فقط)

التمرين

ارسم الدائرة الكاملة الموضحة في الشكل (39) والتي تحتوي على القضبان العمومية (R,S,T) والتي يتصل فيها محولتين للجهد توصيلة (V) مع ثلاث اجهزة قياس للجهد (V) ليقرأ كل جهاز بين كل طورين مختلفين (R- S) و (S- T)و (R - T) مع جهاز منظار التزامن ومن جهة قضبان التزامن يوصل مولد تزامني ثلاثي الاطوار الى شبكة تيار ثلاثي الطور عن طريق مفتاح ثلاثي الاقطاب مع محولتين للجهد توصيلة (V) وثلاث اجهزة قياس الجهد لقراءة الجهد بين اي طورين .



الشكل (39) يمثل الدائرة الكهربائية لعملية التزامن باستعمال منظار التزامن

لوحة (13)

محولات أجهزة القياس

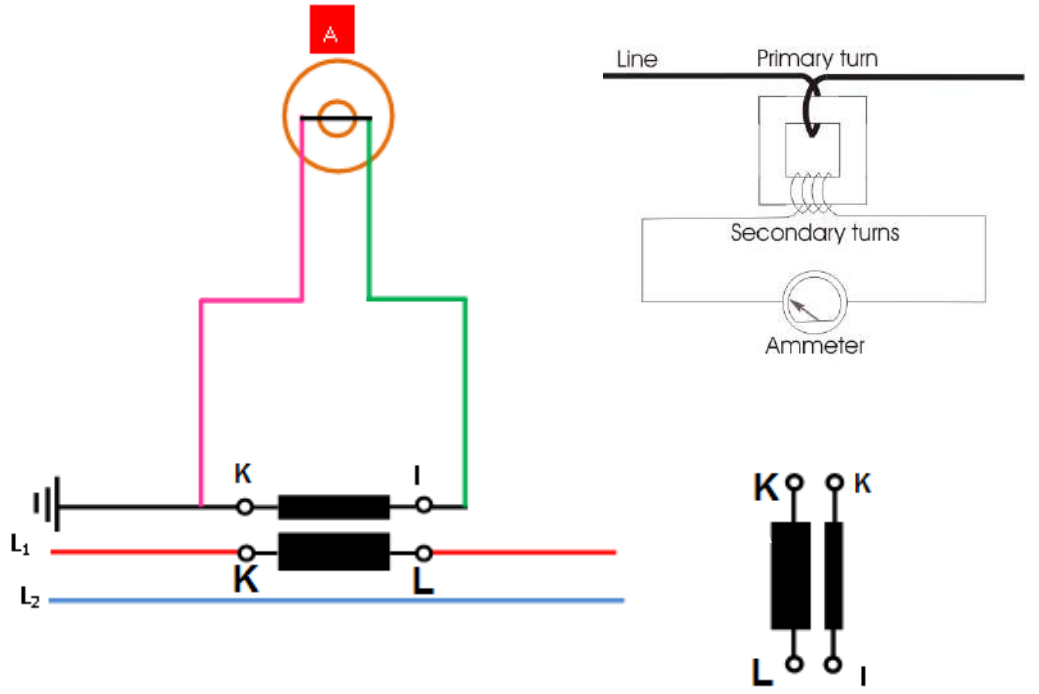
Measurement Equipment's Transformers

تمهيد

تستعمل في مجالات كثيرة ومنها قياس الجهود والتيارات العالية وبوساطتها يمكن قراءة جهد عال جدا او تيار عال مع اجهزة تيار او جهد ذات سعة قليلة.

1- محولات التيار(Current Transformers):

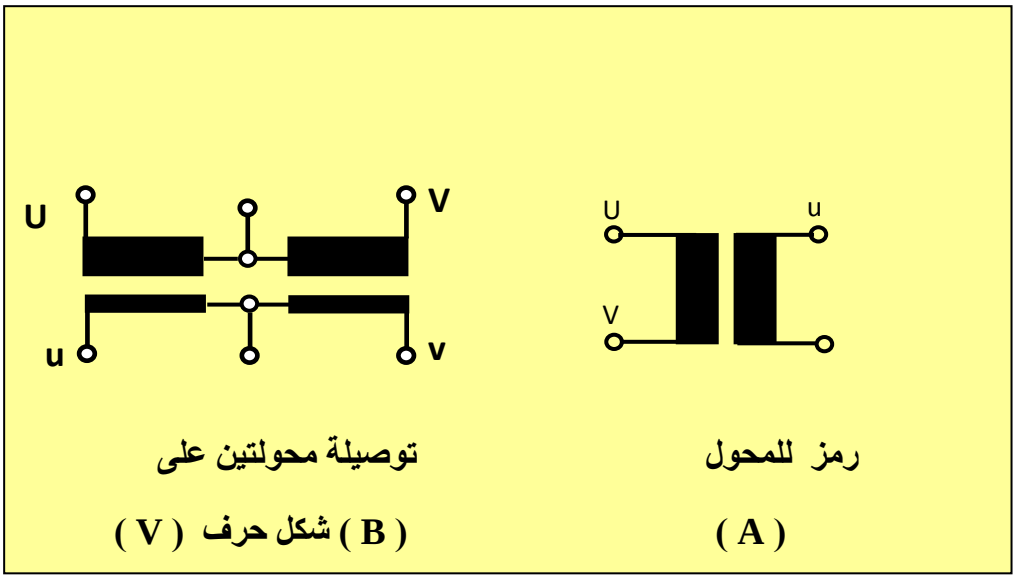
تستعمل مع اجهزة قياس التيار (الاميتر) يوصل الملف الابتدائي على التوالي مع الحمل والثانوي على التوازي مع الجهاز حيث يمكن بوساطته قراءة تيار عالٍ بجهاز ذي مقياس صغير ويرمز له C.T ، كما في الشكل (40) .



الشكل (40) يوضح كيفية توصيل الملف الابتدائي والثانوي لمحول التيار وكذلك رمز لمحول تيار

2- محولات الجهد (Voltage Transformers):

تستخدم لقراءة جهد عالٍ باستخدام جهاز فولت ميتر ذي مقياس صغير حيث يوصل الملف الابتدائي على التوازي مع الشبكة والملف الثانوي على التوازي مع اطراف الجهاز كما في الشكل (A , B 41) ويرمز له V.T .



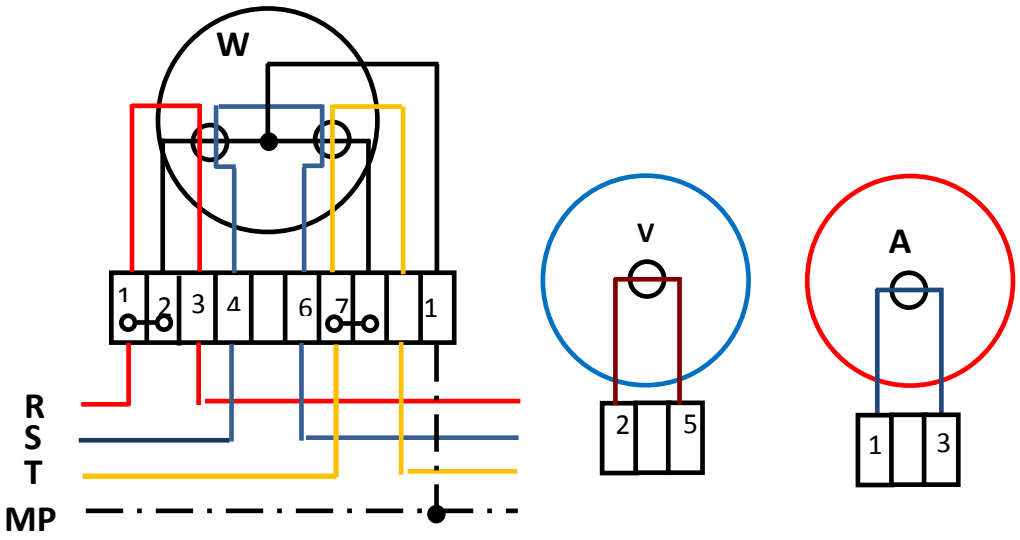
الشكل (41) يمثل (A) رمز لمحول الجهد، والرسم الاخر(B) يمثل محولتين للجهد توصيلة (V)

نشاهد في الشكل (42) اجهزة قياس التيار والجهد والقدرة (امبيرميتر، فولت ميتر و الواط ميتر) ، نلاحظ في جهاز قياس التيار والجهد دائرة صغيرة في وسطها خط يمثل ملف التيار في الاول وملف الجهد في الثاني ويأخذ الارقام على نقاط الربط (1و3) الى ملف التيار ويربط بالتوالي مع مصدر الدائرة الكهربائية، والارقام (2و5) الى ملف الجهد ويربط بالتوازي مع الدائرة لقياس جهد المصدر، وفي جهاز قياس القدرة دائرتان الدائرة الاولى تمثل ملف التيار والاخرى تمثل ملف الجهد وتكون الارقام بالنسبة لملف التيار كما يلي:

للخط R (1 و 3) ، للخط S (4 و6) ، للخط T (7 و 9) .

والارقام لملفات الجهد هي:

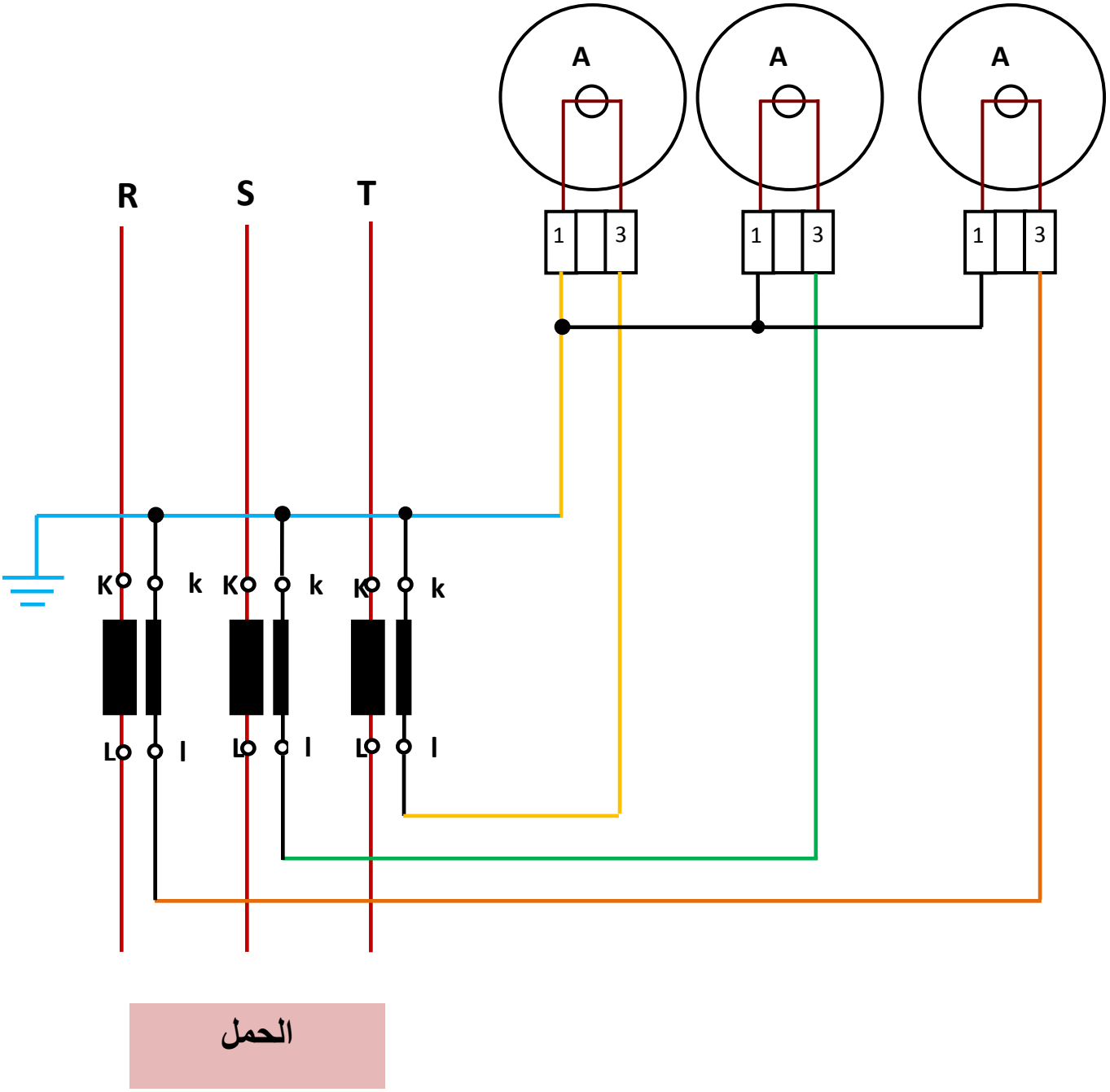
للخط R (2) ، للخط S (5) ، للخط T (8) وتربط الجوانب الاخرى لملفات الجهد على شكل نجمة (star) وتوصل نقطة النجمة الى الخط الرابع (MP) اي نقطة (11) .



الشكل (42) يوضح جهاز قياس التيار والجهد والقدرة

المثال 1

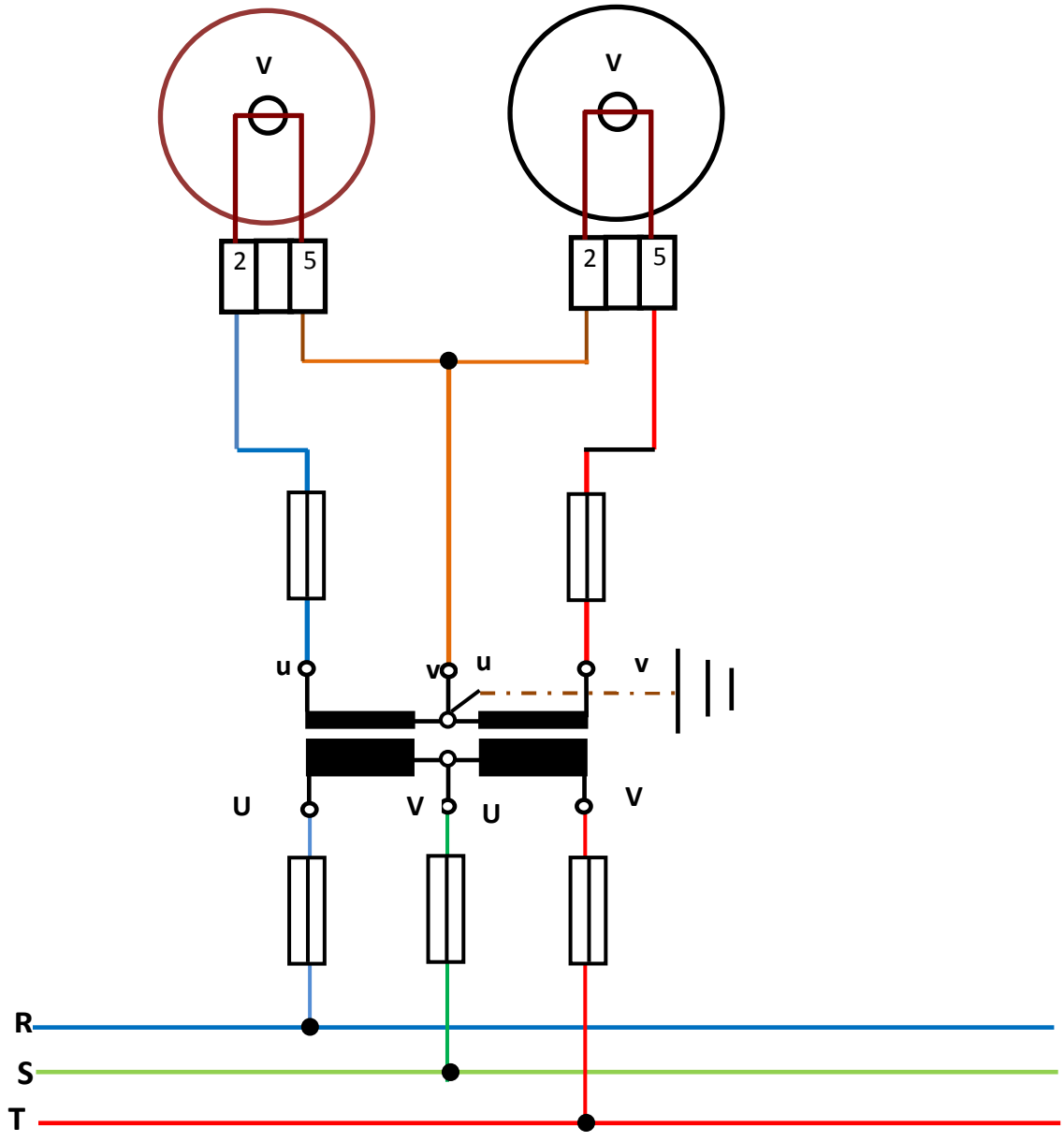
في هذا المثال تم توضيح توصيلة ثلاثة اجهزة للتيار (Ampere Meter) مع ثلاث محولات التيار لمصدر ثلاثي الطور (R S T) النقطتين (1 و 3) تمثلان دخول وخروج التيار في ملف الجهاز والنقطتان (K L) تمثلان دخول وخروج التيار في محول التيار من المصدر والى الحمل للملف الابتدائي والنقطتان (k l) تمثلان طرفي الملف الثانوي لمحول التيار توصل الى نقاط جهاز التيار كما في الشكل (43).



الشكل (43) يوضح طريقة التوصيل للمثال (1)

المثال 2

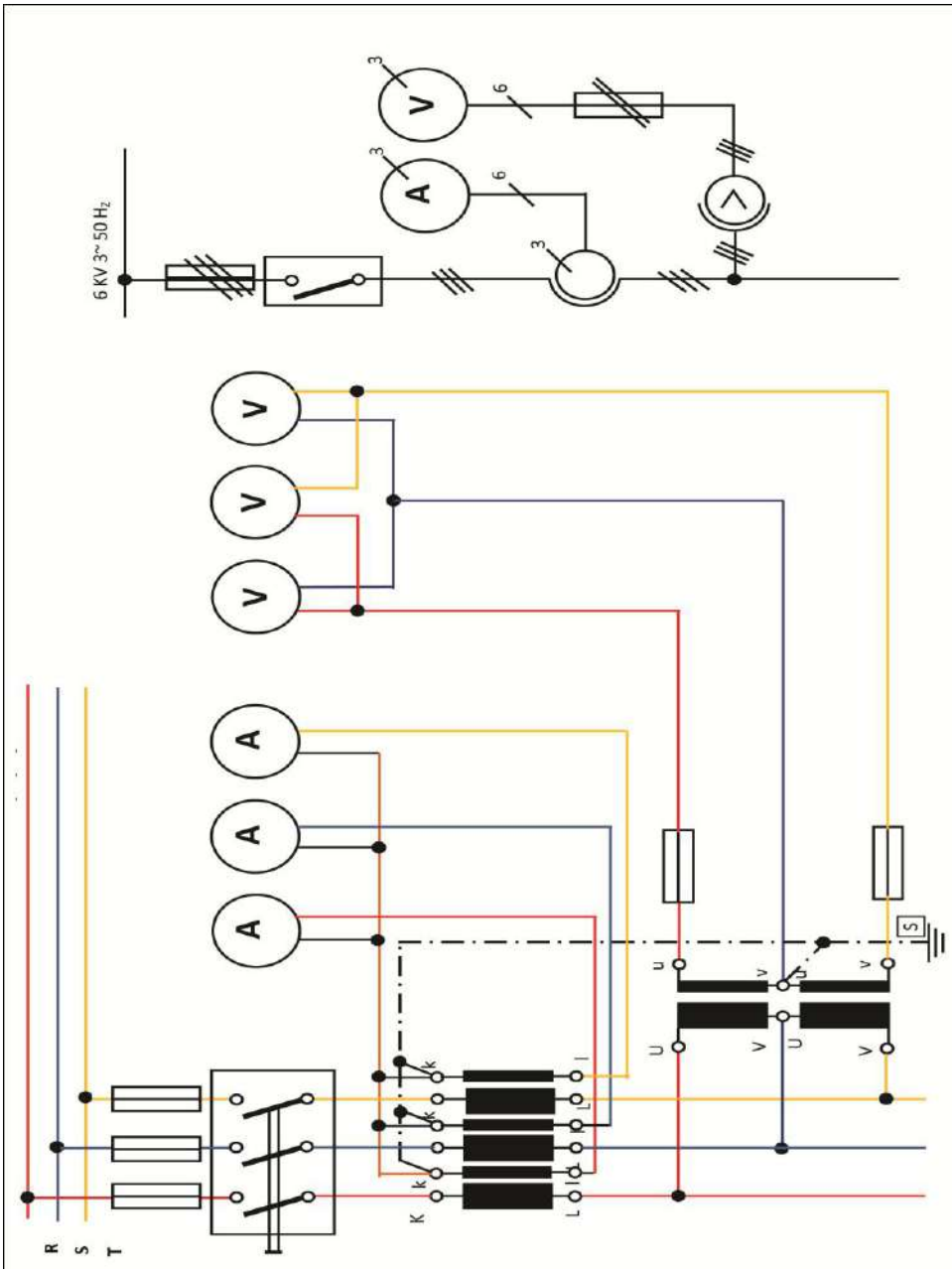
يوصل جهازا (فولت ميتر) لقياس الجهد بمحولتين للجهد تسمى توصيلة (V) في حالة قياس جهد حمل ثلاثي الاطوار وتستعمل مصهرات (Fuse) حماية لأجهزة الجهد و للحمل ويتم توصيلها كما في الشكل (44) .



الشكل (44) يوضح طريقة التوصيل للمثال (2)

التمرين

ارسم الدائرة الكهربائية التي تحتوى على ثلاثة اجهزة قياس التيار وثلاث اجهزة قياس للجهد وثلاث محولات تيار ومحولتين للجهد (توصيلة V) لمصدر ثلاثي الطورعن طريق مفتاح ثلاثي الاقطاب مستعينا بالامثلة المرسومة استخدم مصهرين لحماية اجهزة قياس الجهد وثلاث مصهرات لحماية الدائرة الكهربائية والحمل ، مع التوصيل الارضي ، كما في الشكل (45).ثم ارسم المختصرة لذلك التوصيلة



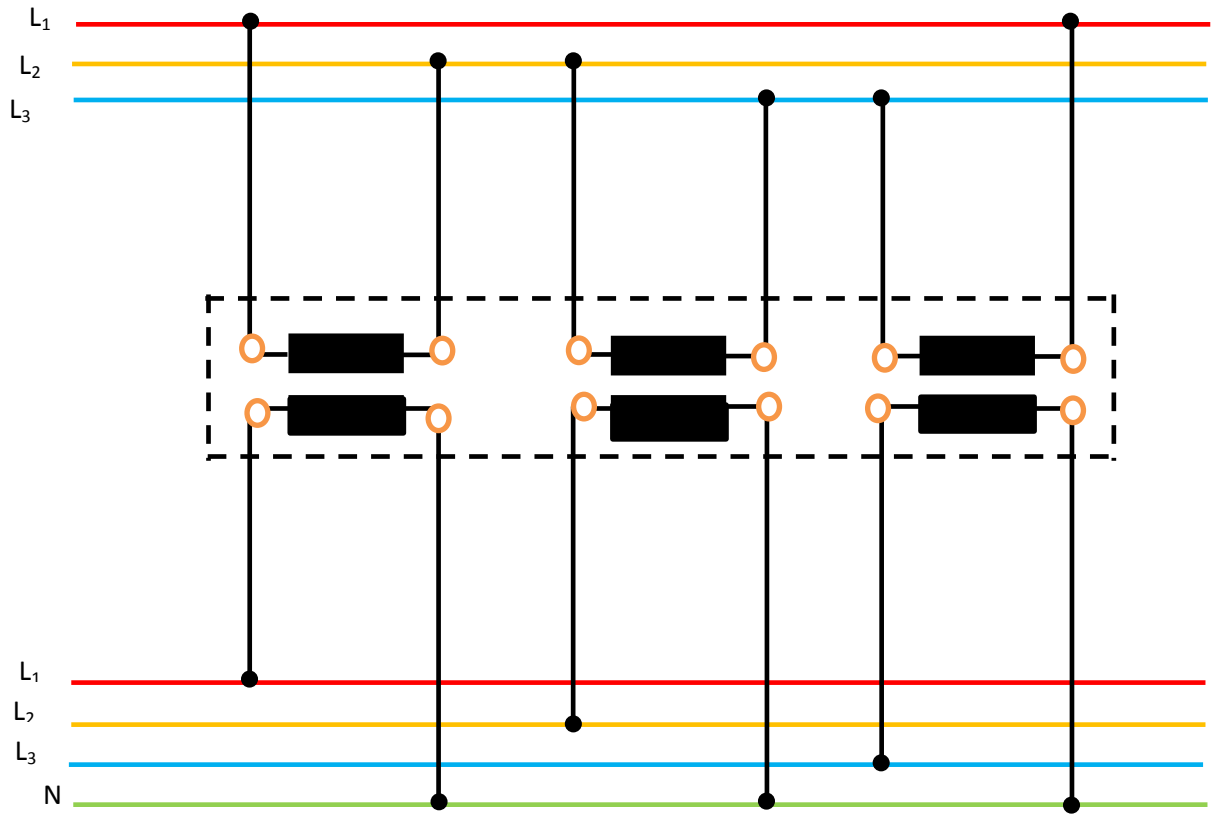
الشكل (45) يبين ربط محولات الجهد ومحولات التيار مع أجهزة القياس

لوحة (14)

المحولات الكهربائية ثلاثية الطور وطريقة ربطها على التوازي

تمهيد

يتكون محول ثلاثي الطور من ثلاث محولات ذات طور واحد اي ان كل محول يحتوي على ملف ابتدائي وملف ثانوي كما في الشكل (46) وتتصل الملفات الابتدائية اما نجمة (Star) او مثلث (Delta) وكذلك بالنسبة الى الملفات الثانوية يمكن ربطها اما نجمة او مثلث بالاعتماد على نوعية استعمال المحول وموقعها فى الشبكة الكهربائية .

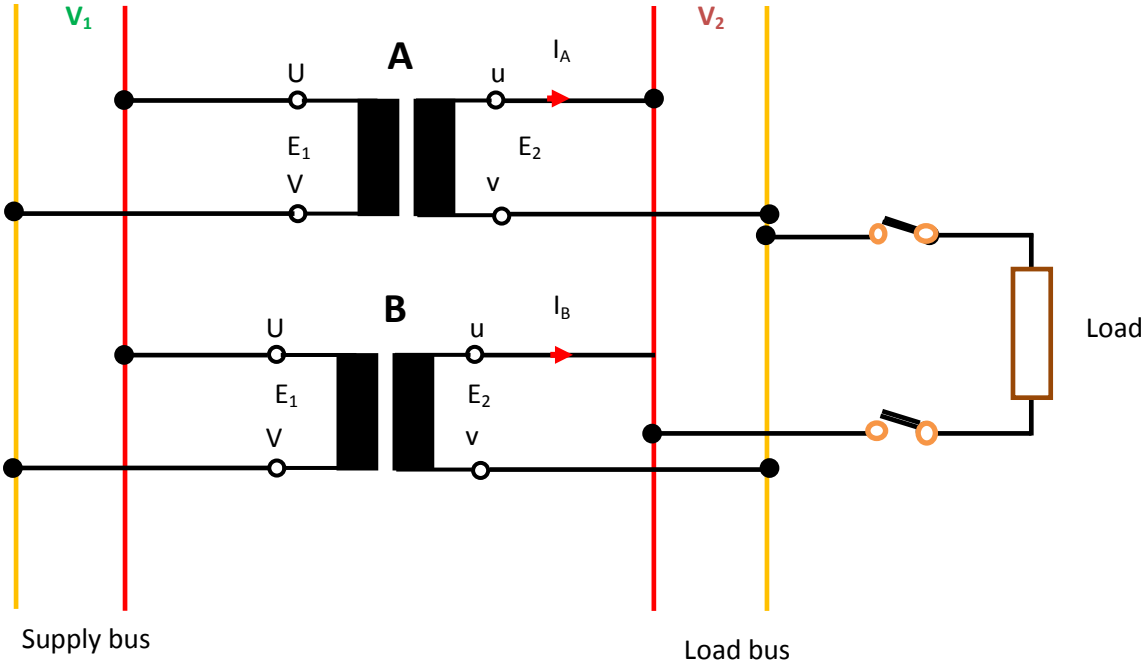


الشكل (46) تمثل ثلاث محولات احادية الطور مكونة محول ثلاثي الطور

المثال

ربط مولدتين (أحادية الطور A , B) على التوازي من مصدر طور واحد (v_1) تغذيان حمل (Load) من (V_2) .

الحل : الشكل (47) .



الشكل (47) يمثل ربط محولتين احاديتي الطورعلى التوازي مع حمل ومفتاح

التمرين :

توصيل محولتين ثلاثية الطور نوع دلتا ستار(Δ /Y) موصلتين على التوازي مع اجهزة القياس تغذي الدائرة الكهربائية بمصدر جهد متناوب ثلاثي الطور (R S T) (10 000 V) و (50 H_Z)عن طريق مفتاح ثلاثي الاقطاب من جهة تغذية المصدر وتحتوي الدائرة الكهربائية على اجهزة القياس الاتية :

1- مفتاح ثلاثي الطور (a) يتحكم بالدائرة الكهربائية مع حماية زيادة التيار (على شكل سهم).

2- جهاز واطميتر (w) يعمل على طورين.

3- جهازي امبير ميتر (A) (g_1 g_2) مع محولتين للتيار (CT) (f_1 f_2) .

4- جهاز فولت ميتر (V) (g_3) متصل بمحولتين للجهد توصيلة (V) والتي تتكون من محولتين (VT) (f_3 f_4) مع مصهرات حماية (عدد 4) قبل وبعد المحولتين للجهد (e_7 e_8 e_9 e_{10}).

اما من جهة ربط المحولتين على التوازي يغذى الملف الابتدائي لكلا المحولتين بمصدر جهد متناوب ثلاثي الطور (هو جهد المصدر) و توصل الاجهزة الاتية:

1- مفتاح ثلاثي الطور عدد 2 (a_2 a_3) مع حماية زيادة التيار لكل منهما.

2- محولتان (delta/ star) موصلتان على التوازي الى شبكة تغذية الحمل .

3- جهازان لقياس التيار (A) (g_5 ، g_7) مع محولتين للتيار(f_5 f_6)(CT) .

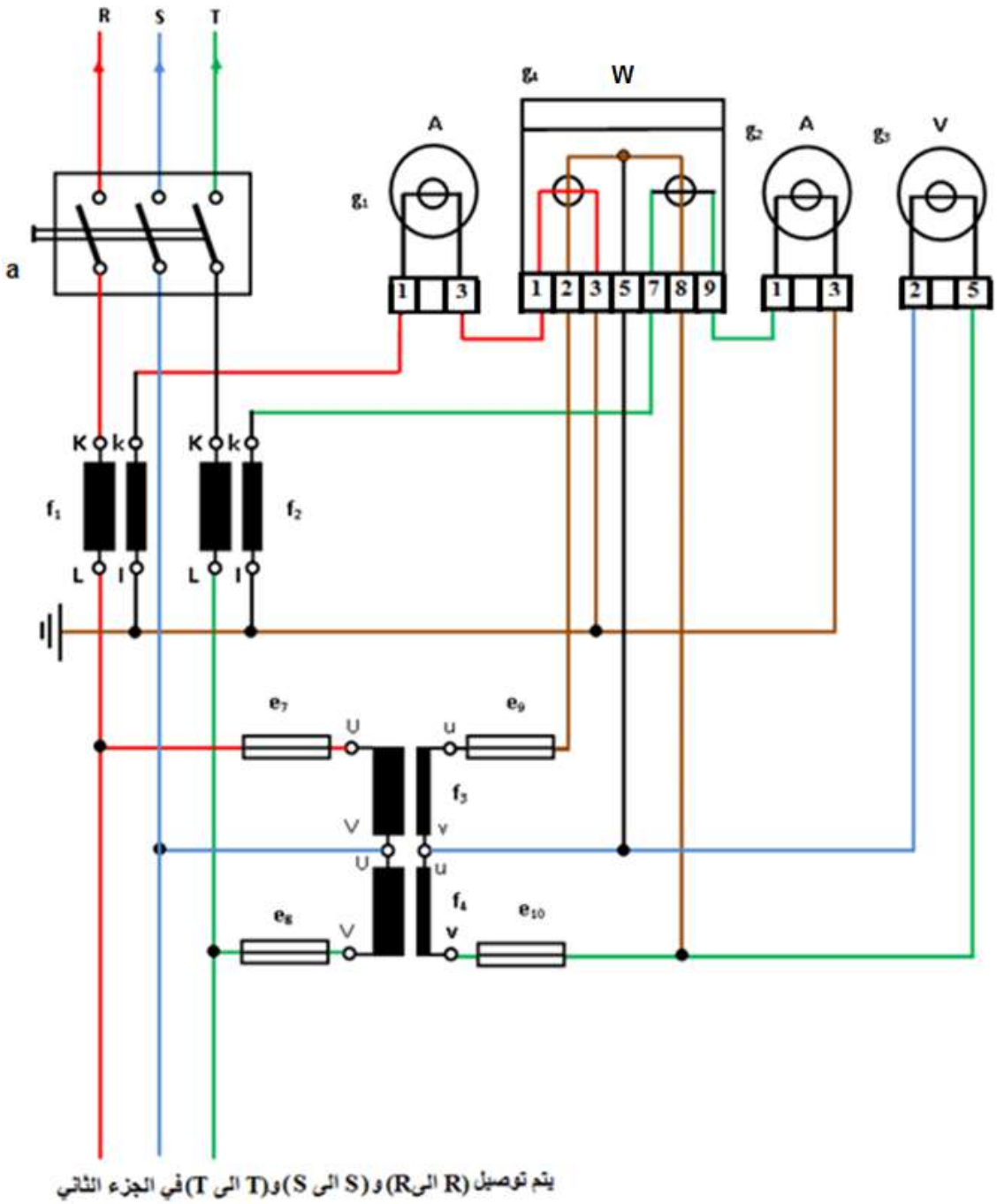
4- جهاز لقياس الجهد (g_6) .

5- مفتاح اختيار (selector switch) لبيان قراءة مقدار الجهد بين اي خطين (R S T) .

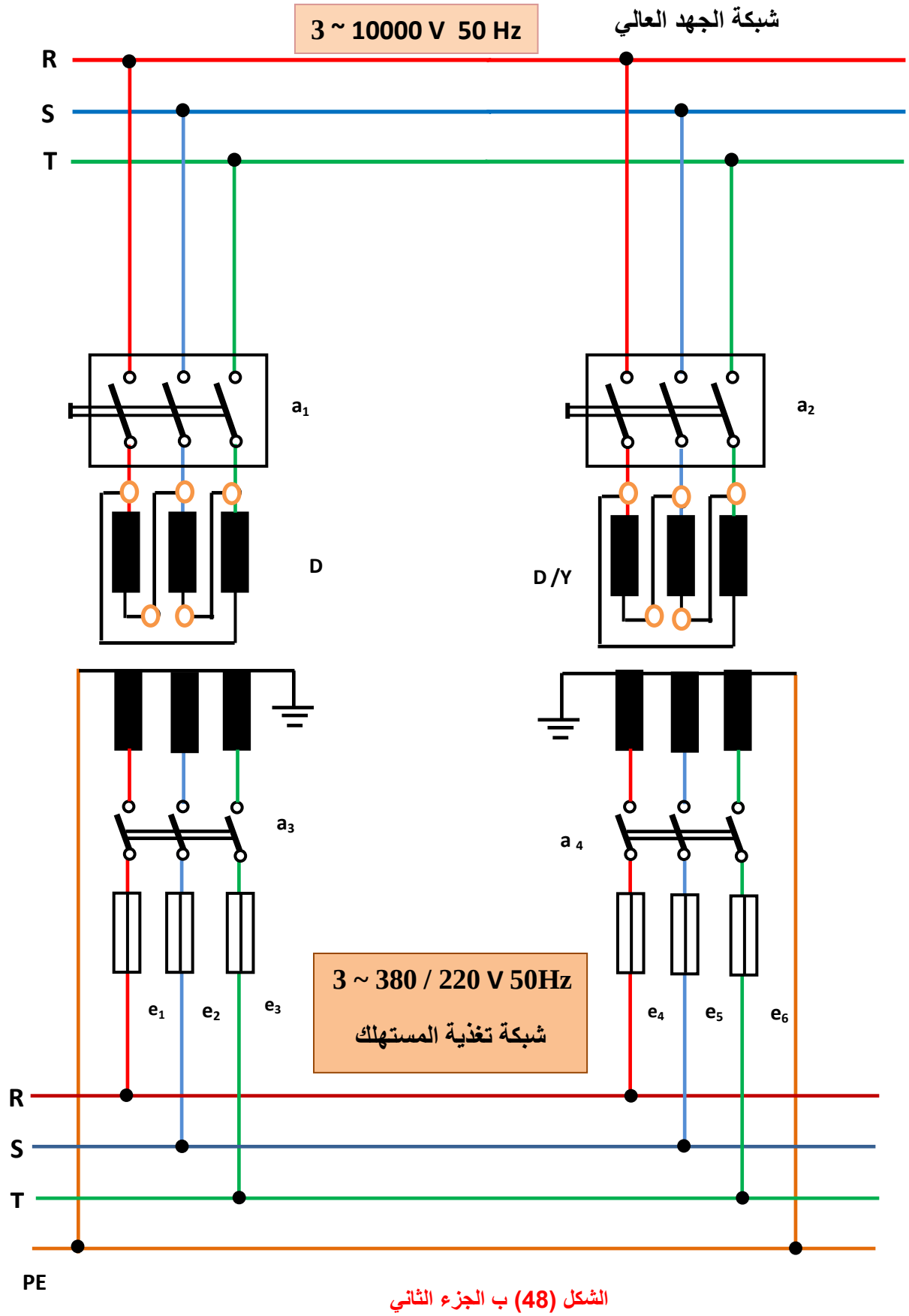
6- تتصل الملفات الثانوية لكلا المحولتين المتصلتين على التوازي بشبكة تيار متناوب (380 V 220 V 50Hz) عن طريق مفتاحين ثلاثي الاقطاب (a_4 ،a_5) ومصهرات حماية المحولتين (e_1 , e_2 , e_3 , e_4 , e_5 , e_6) قبل تغذية شبكة الحمل المتكونة من اربعة اسلاك (L_1 L_2 L_3) (PEN 380/220 V 50 Hz).

ارسم الدائرة الكهربائية لذلك بجزئيها، (الجزء الاول الذي يمثل ربط اجهزة القياس بالمصدر الرئيس والجزء الثاني الذي يمثل ربط شبكة الجهد العالي بشبكة تغذية المستهلك عن طريق محولات خفض ومفاتيح تتحكم بسريان التيار او قطعه).

الحل : كما في الشكل (48) أ ، ب



الشكل (48) أ الجزء الاول



الشكل (48) ب الجزء الثاني

لوحة (15) رسم منظومة الحماية لمحول ثلاثي الطور

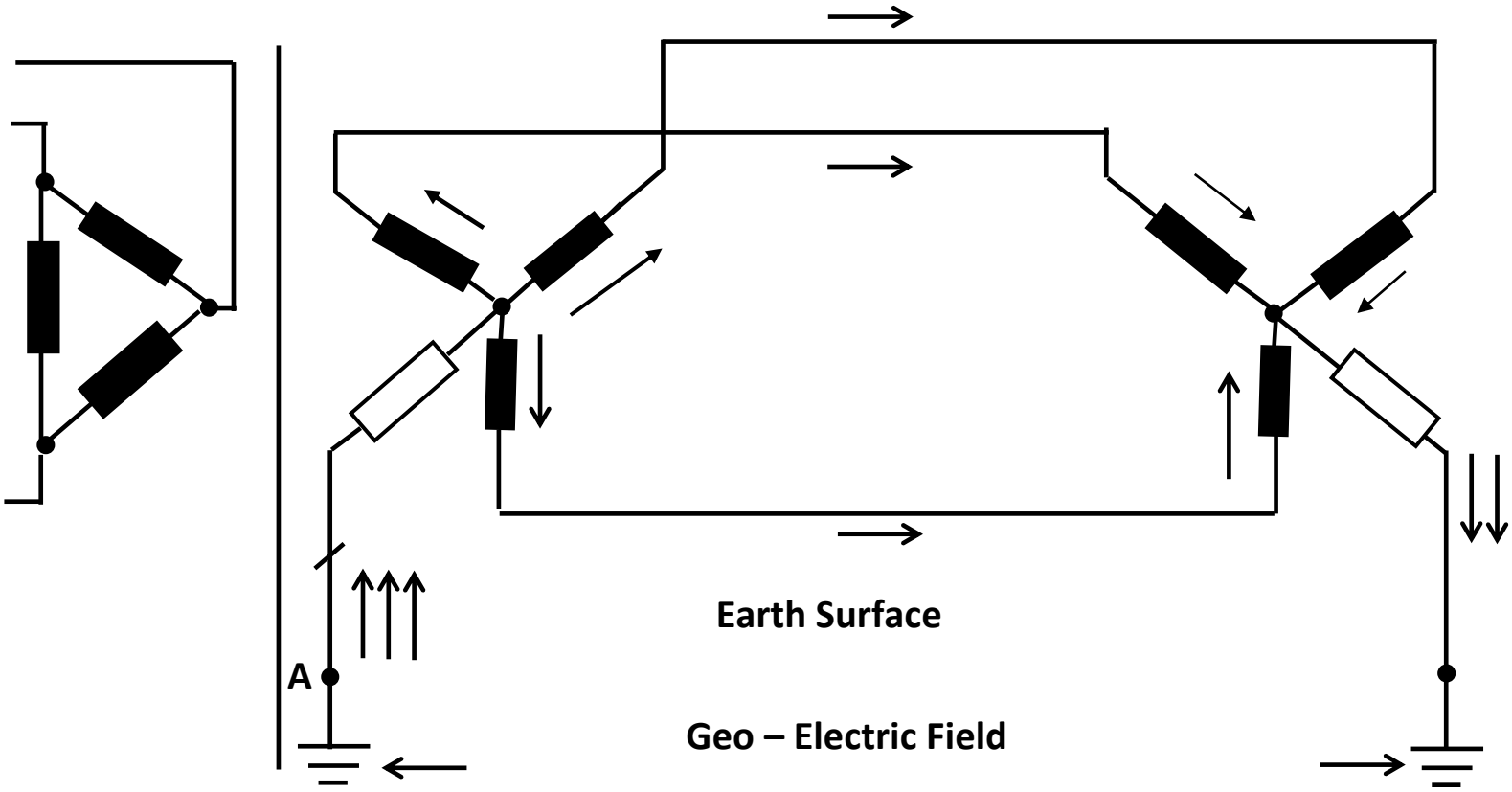
تمهيد

نظرا لاهمية المحولات الكهربائية والحفاظ على استمراريتها في نقل الطاقة الكهربائية وفي اتم حالة لذا يتطلب الامر حمايتها من اي اخطاء قد تتعرض لها ومن هذه الاخطاء:

قصر (Short) بين الملف الواحد، أو بين ملف واخر، أو اتصال ارضي ، أوتحطم العازل ، أو عزل نقطة الحياد عن الارضي ، أو زيادة الحمل ولهذا توجد عدة طرق لحماية المحولات من تلك الاخطاء هي باستعمال المصهرات والمفاتيح المغناطيسية والحرارية ومنها ايضا الحماية التفاضلية وجهاز بوخلز (Buchholz Relay) .

المثال

ارسم منظومة الحماية لمحول ثلاثي الطور والحل الشكل (49) يمثل الحماية بالسلك الارضي .



الشكل (49) يمثل الحماية بوساطة السلك الارض.

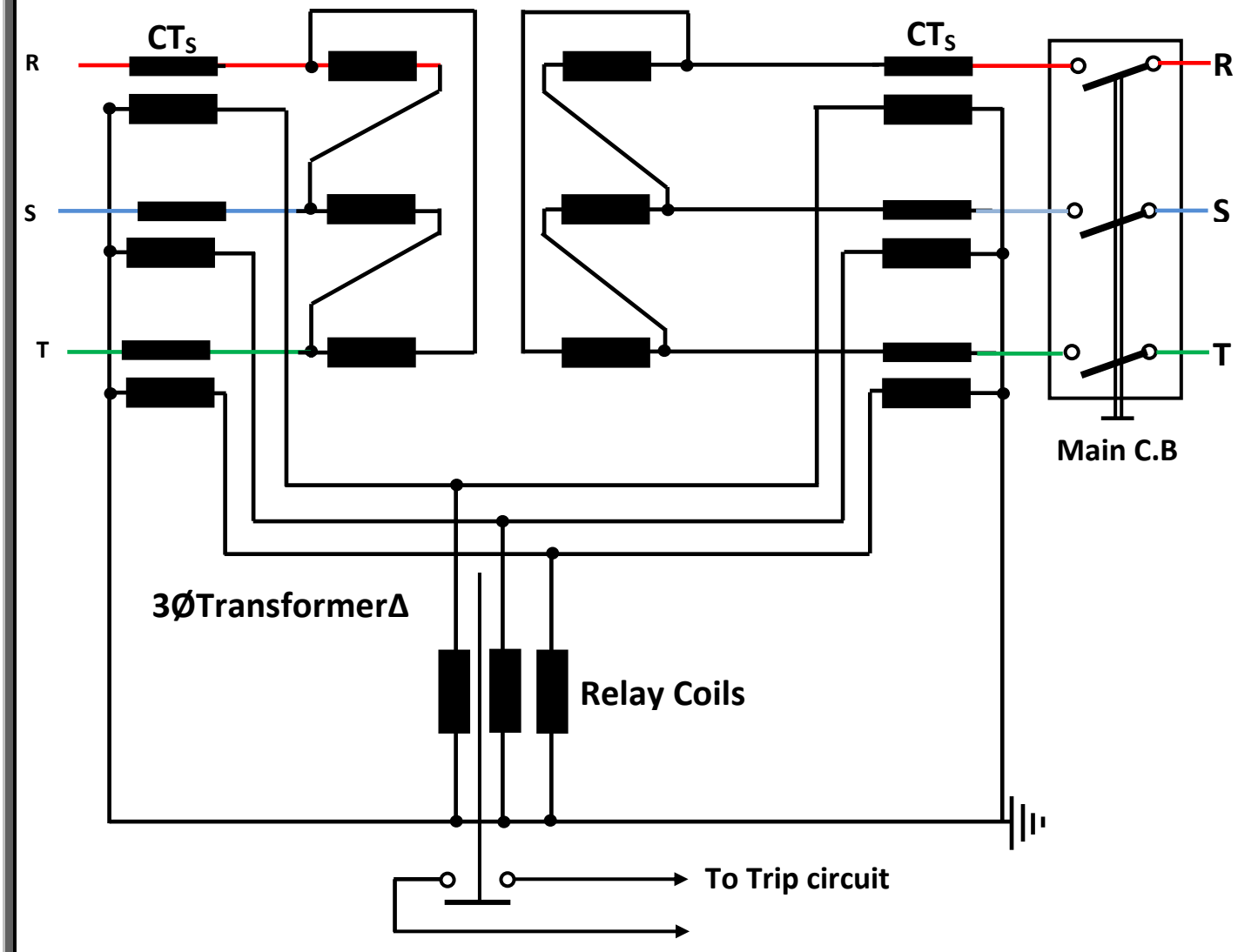
الحماية التفاضلية

تعد الحماية التفاضلية من اهم طرائق الحماية وتعتمد على تحليل الفرق بين التيار المار في الملف الابتدائي والتيار في الملف الثانوي وتحتوي ايضا على ثلاثة ملفات تمثل المرحل الذي يعمل على فصل الدائرة.

التمرين

ارسم دائرة كهربائية تبين الحماية التفاضلية والتي تحتوي على ست محولات تيار ثلاث منها قبل الملفات الابتدائية للمحول (التوصيل على شكل نجمة) والثلاث الاخرى بعد الملفات الثانوية وبينهما محول ثلاثي الطور موصل (مثلث/ مثلث) والدائرة تحتوي على مرحل(ريلي) لفصل الدائرة في حالة حدوث خطأ ولحماية المحول والحفاظ على استمراريتها في نقل الطاقة الكهربائية .

الحل: كما في الشكل (50) .



الشكل (50) يمثل الحماية التفاضلية للمحولات

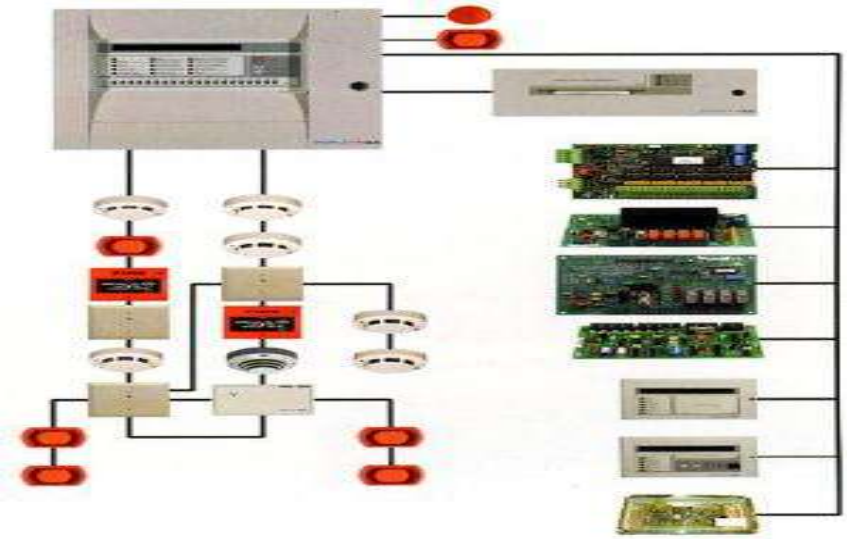
لوحة (16)

أجهزة الانذار المبكر



تمهيد

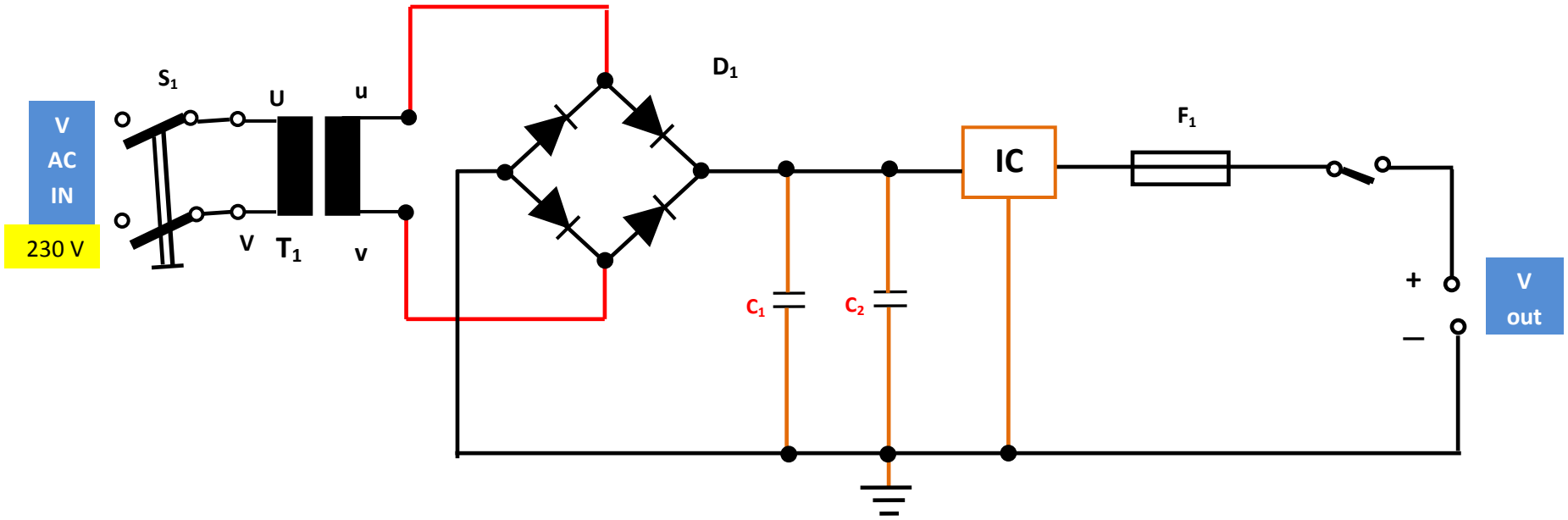
تمثل الأنظمة الذكية حلقة وصل بين أجهزة الإنذار الموصلة بالمباني والمنشآت وبين غرفة عمليات الدفاع المدني من جهة، ومن جهة أخرى تربط تلك المباني والمنشآت بقاعدة بيانات تحتوي على كل ما يتعلق بالمنشأة أو الموقع من حيث (عدد الطوابق/ مداخل ومخارج الطوارئ/ البنايات المجاورة / المواد الخطرة أوالسريعة الاشتعال داخل الموقع / أقرب نقطة للتزود بالماء / المعدات التي يتطلبها ذلك الموقع كارتفاع الموقع وذلك لاختصار الزمن المعياري للوصول ، واختيار المعدات الملائمة لكل حادث ، حيث يوفر النظام إمكانية المراقبة والسيطرة على أنظمة الإنذار والمكافحة والسلامة في المباني على مدار الساعة ، لتأمين أقصر زمن لوصول فرق الإطفاء والإنقاذ ، ولضمان جاهزية أنظمة الإنذار والمكافحة الدائمة للعمل ، وتلافي مشكلة تعطلها أثناء وقوع الحوادث. وفي ادناه بعض اجهزة الحماية المستخدمة الشكل (51) .



الشكل (51) اجهزة الحماية المستخدمة في المباني (للاطلاع فقط)

التمرين

ارسم التوصيلة الكهربائية الموضحة في الشكل (52) لانذار الحريق والتي تتكون من مفتاح قطب واحد (S_1) (OFF / ON) يتحكم بعمل الدائرة الرئيس ومنها الى محول خافض (T_1) (230 /12) فولت يوصل الملف الثانوي للمحول بمبدلة توصيلة جسر (D_1) مع دائرة ترشيح (C_1 ،C_2) للحصول على تيار اكثر نعومة وتستعمل في الدائرة (IC) للسيطرة على جهاز الانذار للحريق ، ويمكن الاستعانة بسماعة لاصدار صوت وتربط في طرفي (V out) عن طريق مصهر (F_1) .



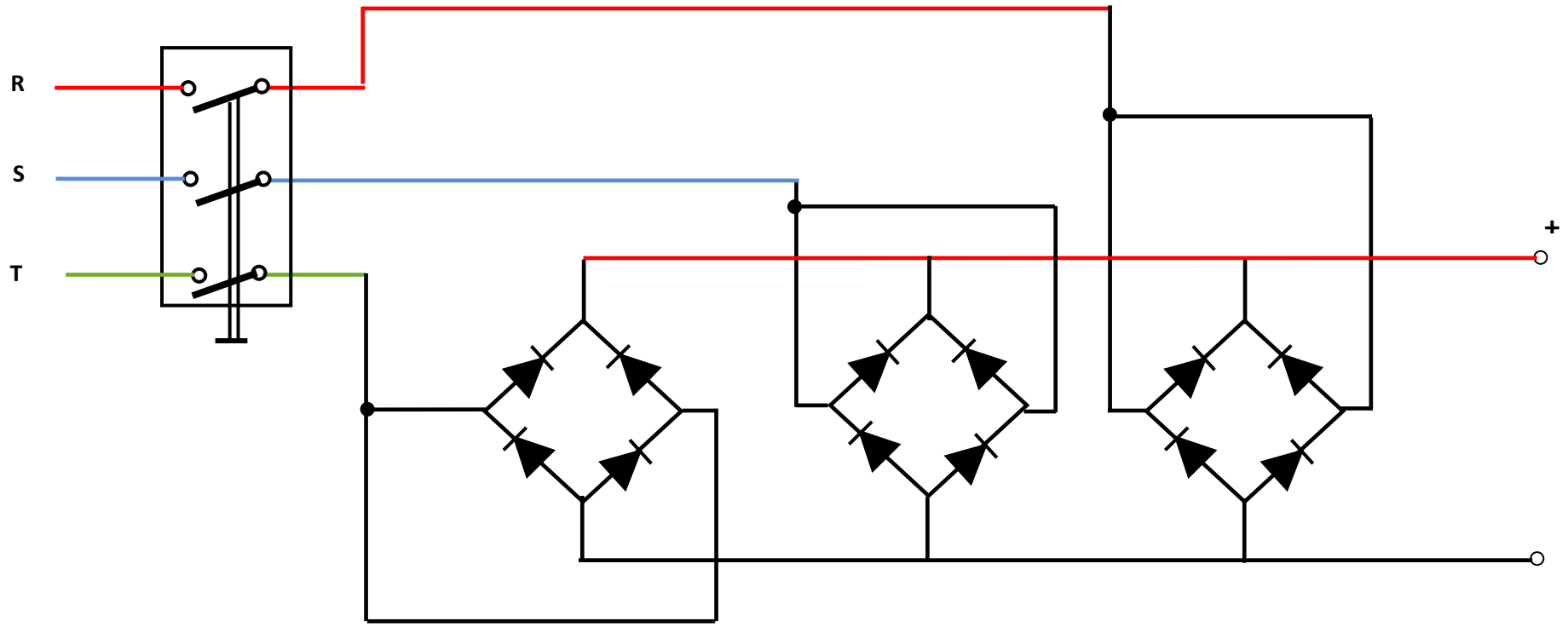
الشكل (52) يوضح دائرة الكترونية تمثل جهاز الانذارعند حدوث حريق

التمرين ب

يمكن الحصول على تيار مستمر من مبدل ثلاثي الطور بأستعمال مبدلتين جسر او ثلاث مبدلات جسر ونحتاجها في حالة الحصول على تيار عالي وقليل من الخسائر.

ارسم الدائرة الكهربائية التي تحتوي على ثلاث مبدلات جسر موصلة الى مصدر ثلاثي الطور (R, S, T) عن طريق مفتاح ثلاثي الاقطاب للحصول على مصدر تيار مستمر (موجب وسالب) يمكن بوساطتها تغذية حمل.

كما موضح في الشكل (53)



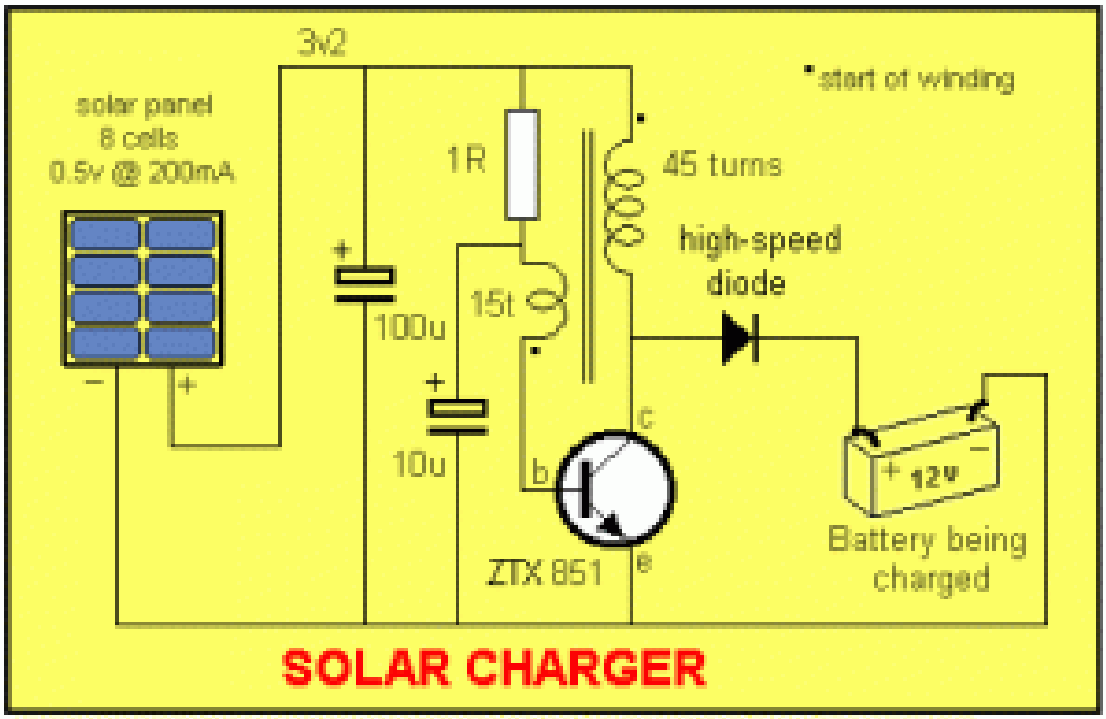
شكل رقم (53) يوضح دائرة ثلاث مبدلات جسر

لوحة (17)

منظومات الشحن الخاصة في محطات التحويل الثانوية

تمهيد

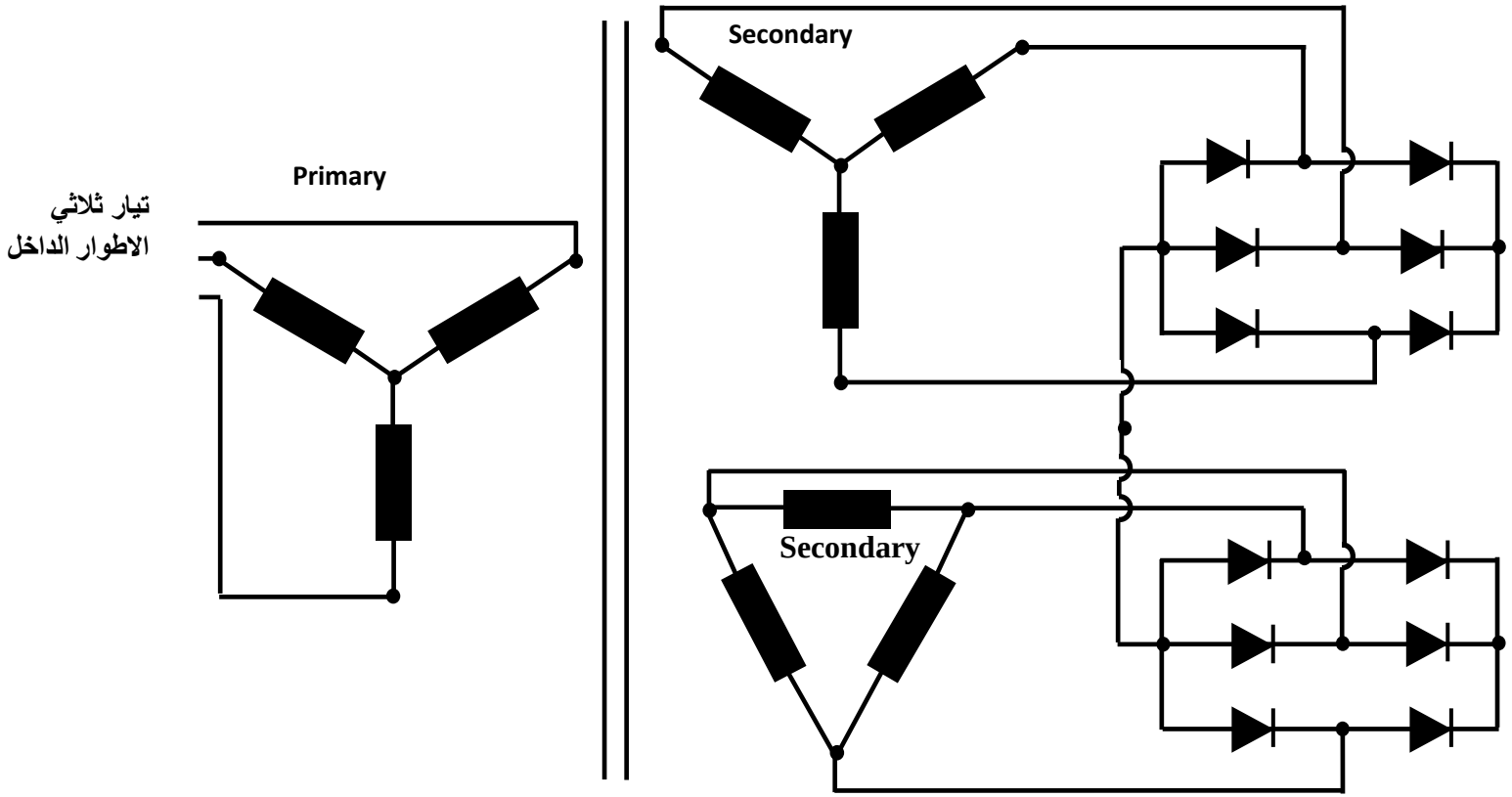
توجد عدة طرائق لشحن البطاريات منها المقومات (Rectifiers) والطاقة الشمسية الشاحنة الشمسية (Solar Charger) ، الشاحنة الشمسية تحتوي على مجموعة من الخلايا الشمسية تغذي دائرة الكترونية بتيار مستمر وتحتوي الدائرة الالكترونية على الاجهزة المبينة في الشكل (54) .



الشكل (54) يمثل شاحنة شمسية (للاطلاع فقط)

التمرين

ارسم دائرة كهربائية تحتوي على محول ثلاثي الطور فيه الملف الابتدائي موصل على شكل نجمة والملف الثانوي يتكون من جزئين احدهما موصل على شكل نجمة والجزء الاخر على شكل مثلث اطرافها موصلة بمجموعتين من الثنائيات (Diodes) كل مجموعة تحتوى على ستة ثنائيات موصلة يتم الحصول على تيار مستمر من طرفي المجموعتين عند تغذية الملف الابتدائي للمحولة ثلاثية الطور بمصدر ثلاثي الطور (Three Phase Source) ويكون شكل الموجة الخارجة (موجة كاملة) الحل كما في الشكل (55).



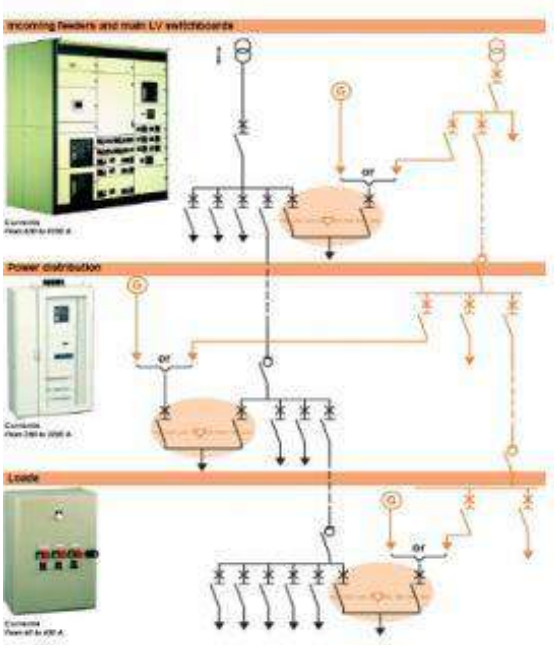
الشكل (55) يمثل طريقة تحويل التيار المتناوب ثلاثي الطور الى تيار مستمر

لوحة (18)

أجهزة السيطرة المستخدمة في الورش والمعامل

تمهيد

يتم تغذية الورش والمعامل الصناعية بالمصدر الكهربائى بأستخدام أجهزة السيطرة والحماية للدوائر الكهربائية كما موضح في الشكل (56) .

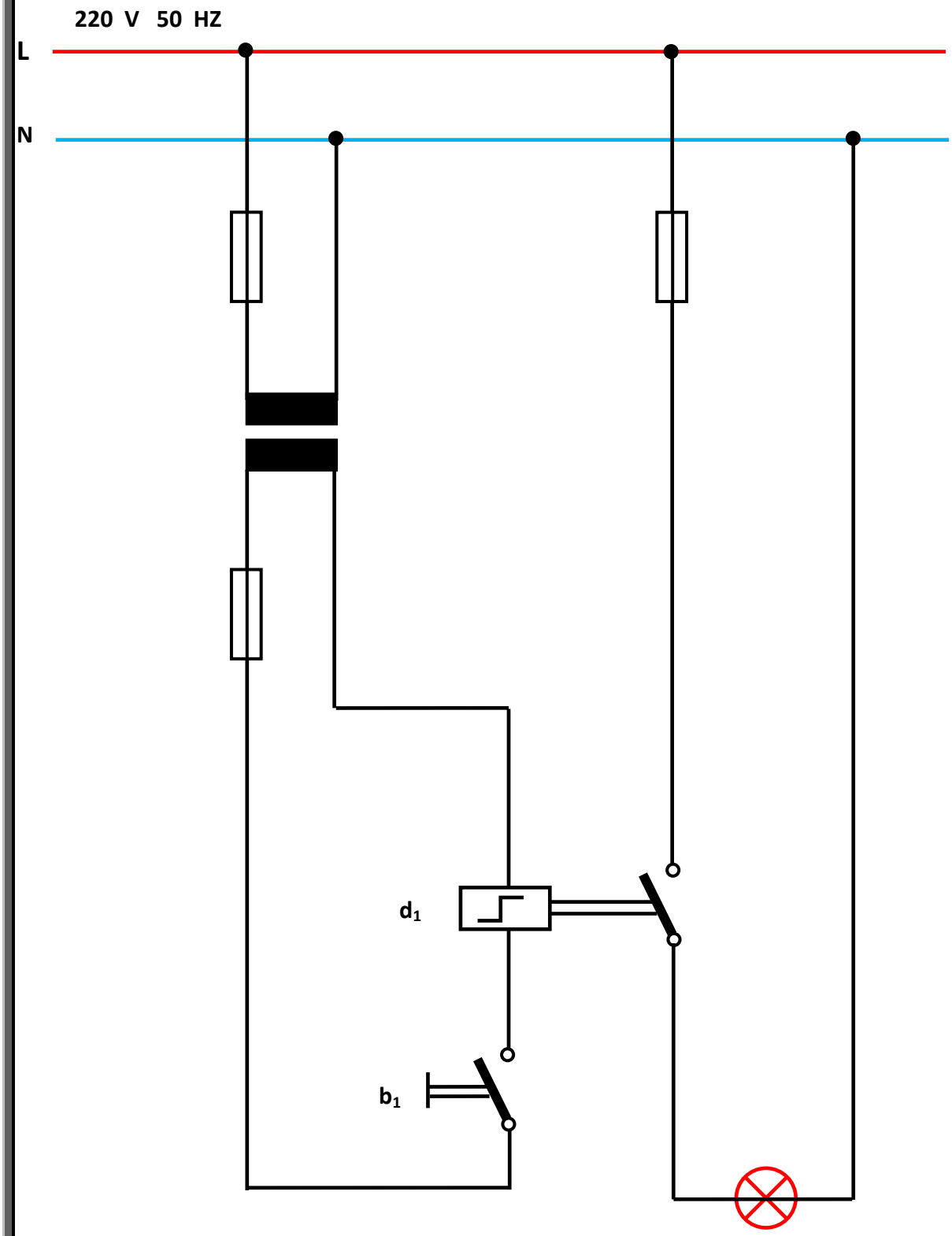


الشكل (56) يوضح صندوق توزيع الطاقة الكهربائية لمعمل صناعي (للاطلاع فقط)

تمرين أ

ارسم دائرة سيطرة كهربائية موصلة الى مصدر جهد طور واحد (220 فولت) تحتوي على محول جهد ومرحل (d_1) ومفتاح ضاغط بوش بتن (Push Button) (b_1) عدد واحد حيث يتم اضاءة المصباح بأستخدام المرحل الزمني (Time Relay) وبعد فترة زمنية معينة ينطفيء المصباح حسب توقيت المرحل الزمني، الدائرة الكهربائية محمية بوساطة مصهرات.

الحل: كما في الشكل (57) .

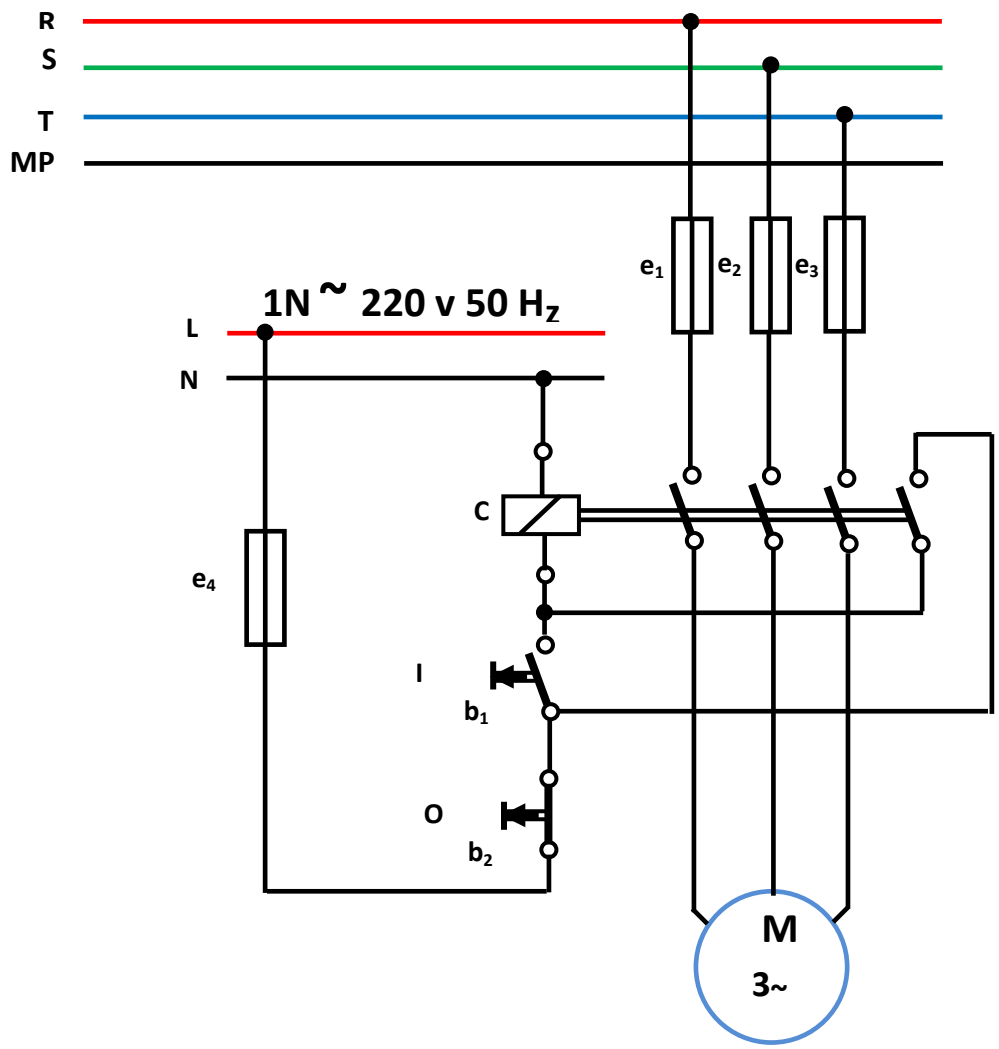


الشكل (57) يبين دائرة سيطرة بسيطة باستخدام مرحل وقتي للسيطرة على اضاءة المصباح

اما في حالة مصدر ثلاثي الطور فيتم توصيل التمرين كما هو في الشكل (58) .

التمرين ب

ارسم دائرة كهربائية موصلة الى مصدر ثلاثي الطور ذو اربعة أسلاك (L1 L2 L3 PEN) يغذي حملا ذو ثلاثة اطوار عن طريق مرحل (Contactor) عدد (1) يعمل ملف المرحل على جهد (220 V 50 Hz)، ويعمل ملف المرحل (C) على (220 V) (L N) بوساطة مفتاح ضاغط (Push Button) عدد 2 يستعمل احدهما للفتح (ON) (b_1) والاخر للغلق (OFF) (b_2) توصل الدائرة الى ثلاثة مصهرات للحماية (e_1 e_2 e_3) قبل المرحل ومصهر واحد في دائرة السيطرة (e_4) على ملف المرحل كما في الشكل (58) .

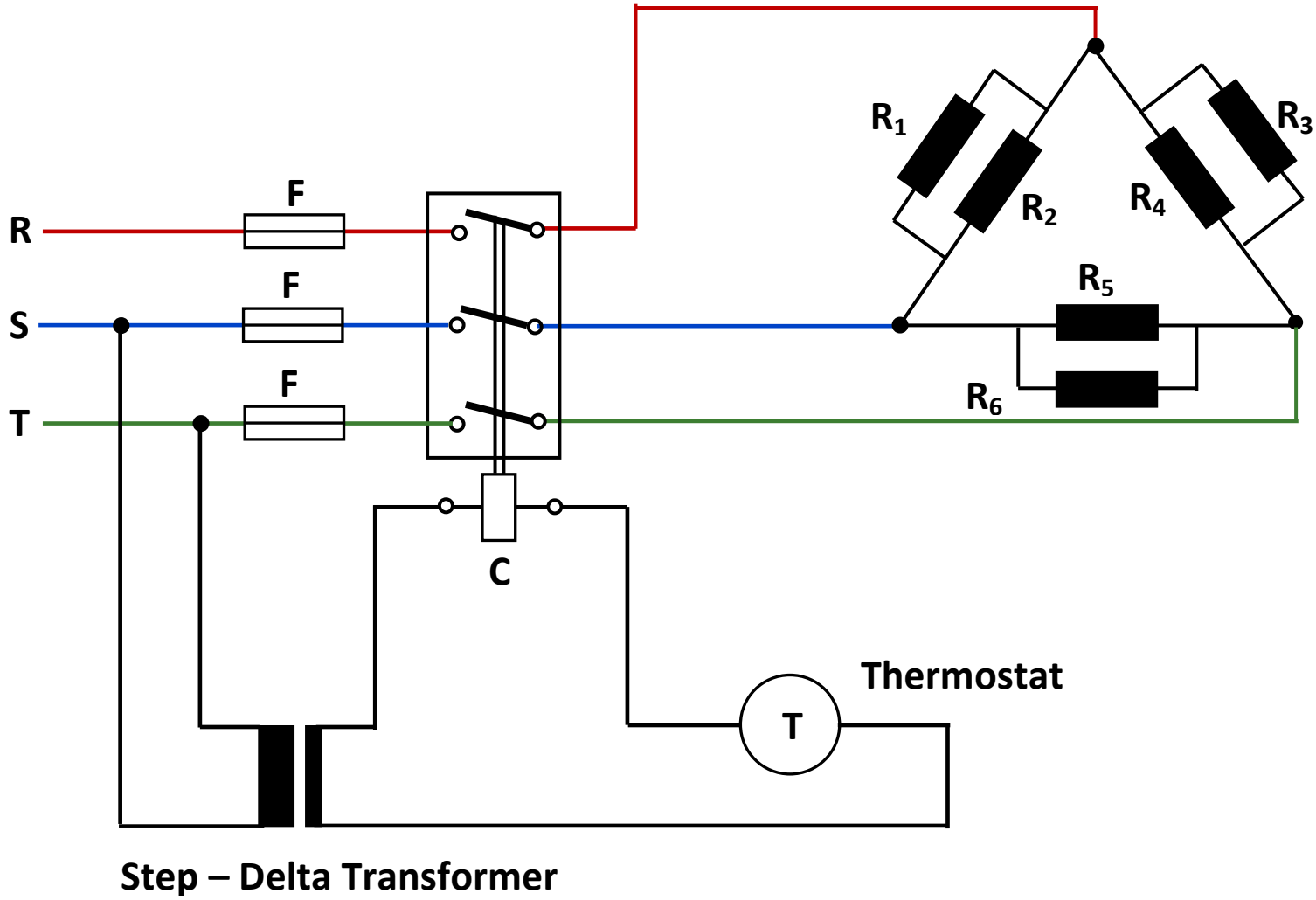


الشكل (58) يوضح دائرة المرحل

التمرين جـ

ارسم توصيلة لفرن كهربائي كهربائي يستعمل في تسخين مواد وليكن على سبيل المثال انتاج الخزف ، يحتوي الفرن على مجموعة من المقاومات الحرارية موصلة على شكل مثلث (دلتا) وكل ذراع من الدلتا يحتوي على مقاومتين على التوازي، والمجموعة موصلة الى مصدر ثلاثي الطور عن طريق مرحل (كونتكتر) وثلاث مصهرات حماية.

ملف المرحل مقيد بثرموستات للسيطرة على تشغيل الفرن والتحكم بدرجات الحرارة بالمصدر الثلاثي ، ويغذى الثرموستات بمصدر كهربائي بوساطة محولة خافضة التي تتصل بالمصدر الثلاثي الطور الرئيس. كما موضح في الشكل (59).



الشكل (59) يوضح دائرة المرحل والفرن الكهربائي.

المصادر

1- Power Generation - Philip Kiameh -2002 .

2- Steam turbine -W . J . Kearton -1958 .

3- P B . Parsons Brincker hoft - 2009 مركز التدريب البريطاني .

4- المنهاج التدريبي لمحطة كهرباء جنوب بغداد الغازية- اعداد المهندس عمر غانم ناظم- والمهندس فراس عدنان مجيد- وأشراف المهندس عبد الكريم محمد لفته .

5- المنهاج التدريبي لمحطة كهرباء جنوب بغداد الحرارية- اعداد المهندس عمر غانم ناظم- والمهندس فراس عدنان مجيد- وأشراف المهندس عبد الكريم محمد لفته .

6- المراجل الكهربائية (شركة مصافي الوسط) - المهندس قصي عبد الاله محمد سعيد- 2010 .

7- كتاب الرسم الصناعي - الصف الثالث- كهرباء - 2010 .

8- جداول فيسترمان.

9- الات ومعدات كهربائية - المملكة العربية السعودية.