

الرسم الفني الكهربائي

الدوائر الخطية والتنفيذية لتغذية المصانع
وشبكات التوزيع فيها

الجدارة : القدرة على رسم الدوائر الخطية والتنفيذية لتوصيلات المصانع.

الأهداف : عندما تكتمل هذه الوحدة يكون لدى المتدرب القدرة بإذن الله على:

١. معرفة مخططات التغذية للمصانع.
٢. معرفة قراءة ورسم لوحات التوزيع داخل المصانع.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الوحدة بنسبة لا تقل عن ٨٥٪

الوقت المتوقع للتدريب : ٦ ساعات.

الوسائل المساعدة : لا توجد.

متطلبات الجدارة : لا توجد

الوحدة الثالثة : الدوائر الخطية والتنفيذية لتغذية المصانع

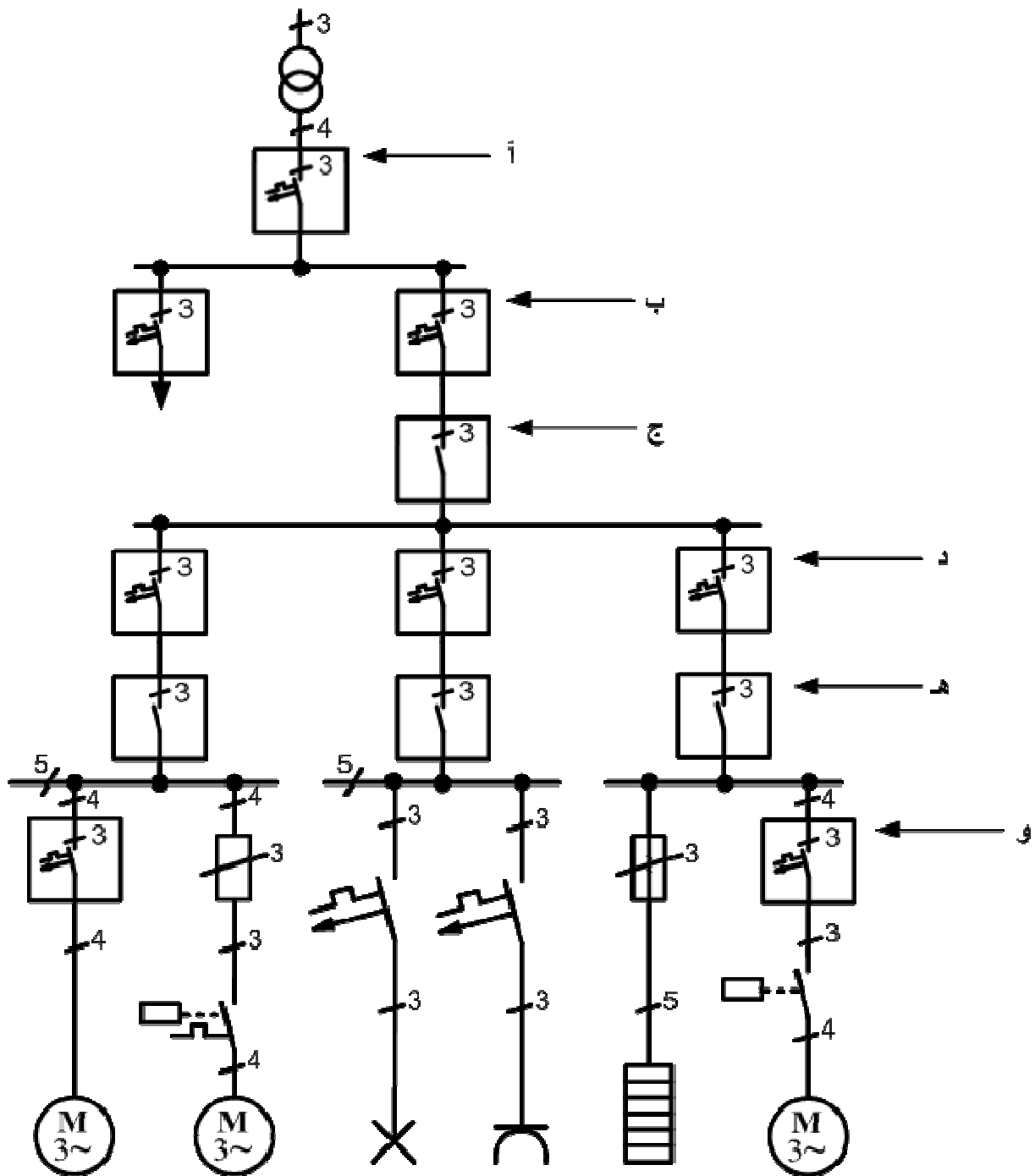
٣- مقدمة :

نظراً لأن كل منشأة صناعية لها ملامحها وخصائصها ومتطلباتها الخاصة من ناحية توزيع الطاقة الكهربائية فيها فإنه لا يمكن وضع قواعد قياسية عامة بهدف إتباعها في عمل مخططات التغذية داخل المصانع ومع هذا فإن عمل التصميم متشابه إلى حد كبير في القواعد والمبادئ الأساسية. يتم توزيع الطاقة الكهربائية على الأحمال حسب توزيعها داخل المنشآت " المصانع " وبالتالي يجب معرفة القدرة الكهربائية والجهد والتيار لهذه الأحمال. وقد جُمعت أجهزة الوقاية والتحكم على لوحات تسمى لوحات التوزيع.

٣- ٢ مخططات التغذية في المصانع :

تستخدم الشبكات الكهربائية الشعاعية في الصناعة وهي تتميز بأن أفرع الموصلات تنطلق من نقطة التغذية بشكل شعاعي ويكون على كل جزء من الموصل عدة أحمال ، وهذا النوع يستخدم في شبكات الجهد المنخفض والمتوسط ، وتتميز الشبكات الشعاعية في المصانع بأنه عند حدوث عطل في أي شعاع لا يتضرر باقي المصنع من ذلك. وفي العادة لا يمكن تغذية المصانع من الشبكة المحلية بل تغذى من شبكة الجهد المتوسط وفي حالات عديدة من شبكة الجهد العالي. ويجب على المصانع أن تتشعب تجهيزات تحويل وتجهيزات مفاتيح خاصة بها وأن تعتني بها. وتوزيع الطاقة يعتمد على ترتيب الأحمال على أرض المصنع وعلى درجة الأمان المطلوبة للإمداد. الشكل (٣- ١) يبين مخططاً لتوزيع الطاقة الكهربائية داخل مصنع ويحتوي على الآتي:

- (أ) مفتاح قدرة أوتوماتيكي: يعمل كمفتاح وقاية للمحول ووقاية لموصل تغذية الموزع الرئيس ووقاية للموزع الفرعي ويمكن عن طريقه فصل الكهرباء عن المنشأة بأكملها.
- (ب) مفتاح قدرة أوتوماتيكي : يعمل كمفتاح وقاية لموصل تغذية الموزع الفرعي وللموزع الفرعي نفسه.
- (ج) مفتاح قدرة في مدخل الموزع الفرعي : يعمل على فصل الموزع الفرعي.
- (د) مفتاح قدرة أوتوماتيكي : يعمل كمفتاح وقاية لموصل تغذية موزع الأحمال و لموزع الأحمال نفسه.
- (هـ) مفتاح قدرة في مدخل موزع المستهلك : يعمل على فصل موزع الأحمال.
- (و) تجهيزات لوقاية الموصلات والأجهزة.



الشكل (٣- ١) مخطط لتوزيع الطاقة الكهربائية داخل مصنع

٣- ٣ لوحات التوزيع داخل المصانع:

تختلف لوحات التوزيع داخل المصانع ، إذ يجب أن تتحمل المفاتيح وقواطع الدائرة الكهربائية أقصى حمل يحتمل استخدامه عند فترة الذروة وغالباً ما تكون ١٠٠٪ من الحمل الموجود في الموقع ، لذا يجب توفير لوحات ذات ساعات كافية لتحمل تيار الأحمال الموجودة فعلاً مع الأخذ في الاعتبار التوسعات المستقبلية. وبصورة عامة يكون للوحات التوزيع واجبان:

(١) عدم السماح بمرور تيار أكبر من قابلية الشبكة.

(٢) قطع الدائرة بسرعة مع تجنب حدوث دائرة قصيرة أو تسرب تيار أكثر من الطبيعي.

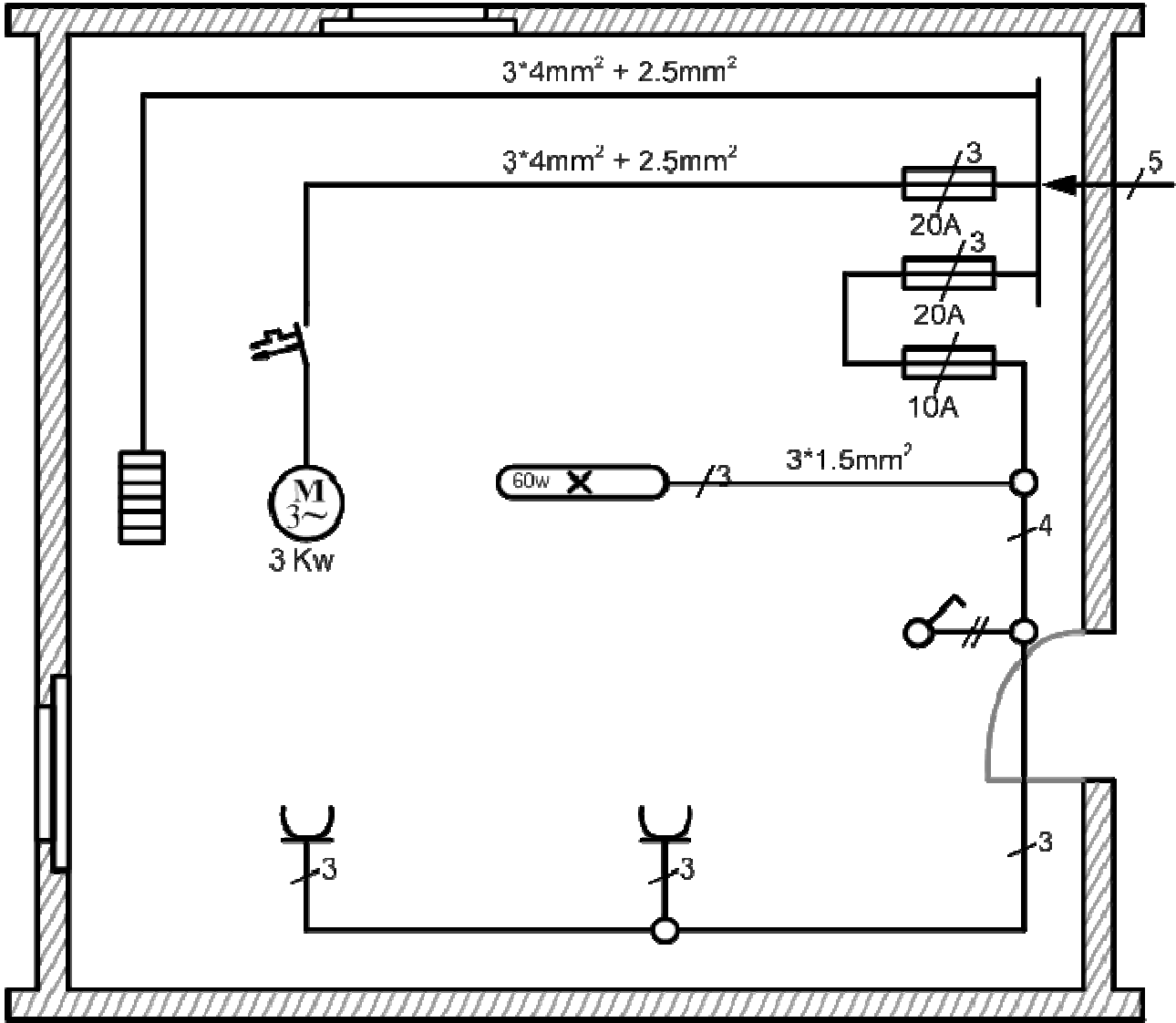
هناك ناحية أخرى تتميز بها لوحات التوزيع للأحمال الكبيرة وهي تحمل التيار عند حدوث خطأ قصر الدائرة حيث إن خطأ الدائرة القصيرة ٢٥٠٠٠ ك.ف.أ تقريباً وبما أن لوحات التوزيع بما تحتويه من قواطع دورة يجب أن تكون قادرة على تحمل هذه القدرة وإزالة مثل هذه الأخطاء ، لذلك يفضل استخدام النوع المسمى بقواطع الدورة ذات ساعات العزل العالية إذ يجب أن تعمل بسرعة عند حدوث الدورة القصيرة، أما إذا كان الخطأ عابراً ولفترة قصيرة فيمكن أن تتحمل التيارات العابرة الناتجة عن ذلك .

ملاحظة: جميع الأمثلة على هذا الباب تختلف من مصنع إلى آخر ومن موقع إلى آخر. لذلك يتم تصميم لوحات التوزيع في المصانع بحسب المساحات والأحمال حسب التجهيزات والمسافات بينها.

٣- ٣- ١ التوصيلات داخل المصانع والورش للقوى والإضاءة:

عندما يراد توصيل الطاقة الكهربائية داخل المصانع و الورش غالباً ما تستخدم محركات في إدارة الآلات أو معدات تسخين للصهر أو صناعة البلاستيك أو أي معدات أخرى تحتاج إلى الطاقة الكهربائية كقوة للتشغيل أو الإدارة. وفي هذه الحالة يحسب مقطع الكابل الذي يحمل الطاقة الكهربائية من علبة التوزيع " المصدر " حتى آلة التشغيل عندما تعرف قدرة هذه الآلة وضغط تشغيلها حيث يمكن حساب التيار وبالتالي يمكن معرفة مقطع هذا السلك بالمليمتر المربع. وغالباً تستخدم كابلات معزولة توضع في باطن الأرض من أماكن لوحات التوزيع حتى المكان الموضوع فيه الآلة أو المحرك.

والشكل (٤- ٢) يبين قطاعاً أفقياً لورشة صغيرة بها محرك ثلاثي الأوجه ٣٨٠ فولت قدرة ٣ كيلووات وسخان خاص بماكينة تشكيل بلاستيك ٣٨٠ فولت قدرة ٣ كيلووات ومصباح فلورسانت للإضاءة مع (٢) مقبسين.



الشكل (٢ - ٣) قطاع أفقي لورشة صغيرة فيها التوصيلات الكهربائية للإضاءة

ملاحظة: عند عمل التوصيلات داخل المصانع و الورش يجب أن تحدد مواقع المحركات داخل المصنع والورشة وكذلك أماكن توزيع المصابيح للإضاءة ، ويجب أن تخصص لوحة للإضاءة وأخرى للقوى حتى تكون الإضاءة منفصلة تماماً عن القوى ويجب أن تحدد قدرة كل محرك حتى يمكن اختيار الكابل المناسب لكل محرك وكذلك الأسلاك المناسبة للإضاءة.

فمثلاً عند عمل التوصيلات اللازمة لمصنع صغير به ٤ محركات تيار متغير ثلاثي الأوجه و (٢) محركاً تيار متغيراً واحد وكذلك الإضاءة لخمس مصابيح فلورسانت فتجهز لوحة للقوى الرئيسة وكذلك لوحة للإضاءة على أن تمتد الكابلات من اللوحة الرئيسة حتى أماكن المحركات وكذلك تمتد الأسلاك من لوحة الإضاءة حتى مواقع المصابيح .

٣- ٣- ٢ المواصفات العامة للوحات التوزيع الرئيسية في المصانع والورش:

يجب أن يؤخذ بنظر الاعتبار في تصميم لوحات التوزيع موضوع حماية النظام الكهربائي والأجهزة المتعلقة به كذلك أخذ سلامة العاملين والفنيين من خطر الصدمة الكهربائية. لذا يجب أن تتوافر المواصفات الآتية في تصميم لوحات التوزيع:

- (١) أن تصنع اللوحة من صاج سمك ٢ مم وتكون مدهونة بدهان الكتروستاتيكي.
- (٢) أن توضع على قاعدة خرسانية بسمك ٢٠ سم.
- (٣) أن يتطابق المستوى المقرر لكل قاطع دائرة مع الدائرة التي يقوم بحمايتها هذا القاطع.
- (٤) أن تكون القواطع مناسبة من ناحية النوع والحجم مع اللوحة التي تتركب فيها هذه القواطع.
- (٥) أن تحتوي اللوحة على أجهزة أميتر لقياس شدة التيار وفولت ميتر لقياس الجهد.
- (٦) أن تحتوي اللوحة على لمبات إشارة لبيان تشغيل الأوجه الثلاثة للتيار المتغير الواصل إلى اللوحة.
- (٧) أن تحتوي على قضيب أرضي للوقاية.
- (٨) أن تحتوي على قاطع أوتوماتيكي رئيس للتحكم في الحمل الكامل مزود بملفات القطع عند زيادة التيار أو الجهد عن الحد الأقصى.

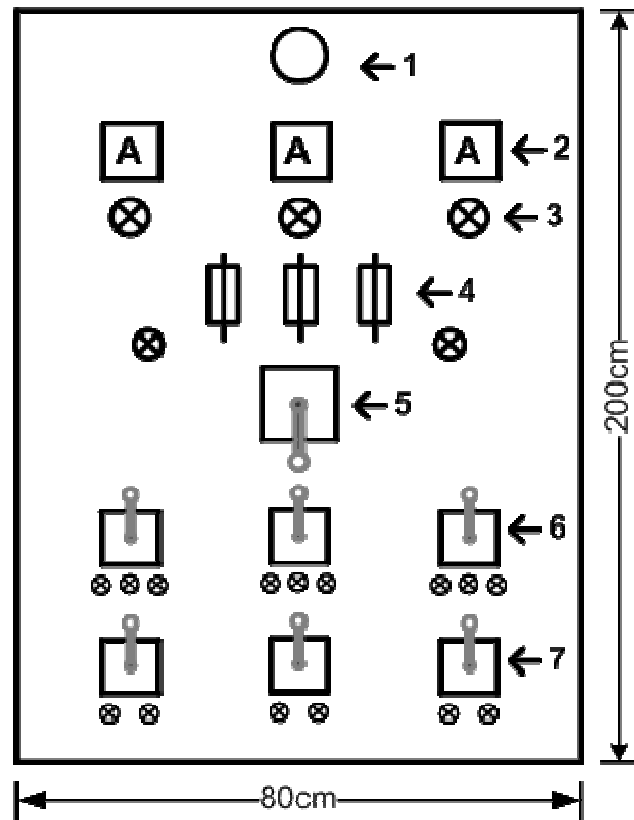
٣- ٣- ٣ مواصفات لوحة توزيع القوى الرئيسية في الورش والمصانع:

يختلف حجم لوحة التوزيع حسب حجم أجهزة التشغيل والوقاية الموجودة بها. فعلى سبيل المثال لوحة توزيع القوى لورشة تحتوي على ٤ محركات تيار متغير ثلاثي الأوجه وعدد ٢ محركا تيار متغيرا وجه واحد تكون مواصفات اللوحة كالتالي:

تصنع اللوحة من صاج سمك ٢ مم بمقياس ٨٠X٢٠٠ سم وبعرض ٤٠ سم كما موضح في الشكل (٤ - ٣) ويكون الصاج ملحوما في خوص حديد كهيكل للوحة التوزيع الحر، ويمكن تثبيت هذه اللوحة على قاعدة خرسانية ترتفع عن أرضية الورشة ٢٠ سم ويكون مقطع الكابل الرئيس ٣X٥٠ مم^٢ + ٢٥ مم^٢ ألومنيوم.

ويركب على اللوحة السابقة أجهزة التشغيل والوقاية الآتية:

- (٢) مصباحا إضاءة للوحة أحدهما من الأمام والآخر من الخلف للإضاءة عند الكشف عن أجزاء اللوحة أو عمل صيانة ثلاثة أجهزة أميترتيار متغير مدى ١٠٠ أمبير لقراءة التيار الرئيس عند تشغيل المحركات.
- (٣) ثلاثة لمبات إشارة لبيان تشغيل الأوجه الثلاثة للتيار المتغير الواصل إلى اللوحة.
- (٤) ثلاثة مصاهر سريعة القطع ١٠٠ أمبير لكل مصهر.
- (٥) مفتاح أوتوماتيكي للتحكم في الحمل الكامل للورشة مزود بملفات القطع عند زيادة التيار أو الضغط عن الحد الأقصى للمحركات جميعاً.
- (٦) ثلاثة مفاتيح أوتوماتيكية ثلاثية الأوجه (باك سويتش) بقواطع أوتوماتيكية عند زيادة التيار إلى ٢٥ أمبير و ٣٨٠ فولت.
- (٧) ثلاثة مفاتيح أوتوماتيكية وجه واحد (باك سويتش) بقواطع أوتوماتيكية عند زيادة التيار إلى ١٥ أمبير و ٢٢٠ فولت.



الشكل (٣ - ٣) لوحة توزيع القوى لورشة

أما الطلبة الخاص بالإنارة فتحتوي التالي:

(١) عدد ١٢ مصهراً ٢٢٠ فولتاً ١٥ أمبيراً.

(٢) عدد ٤ مصاهر ٢٢٠ فولتاً ١٠ أمبيرات.

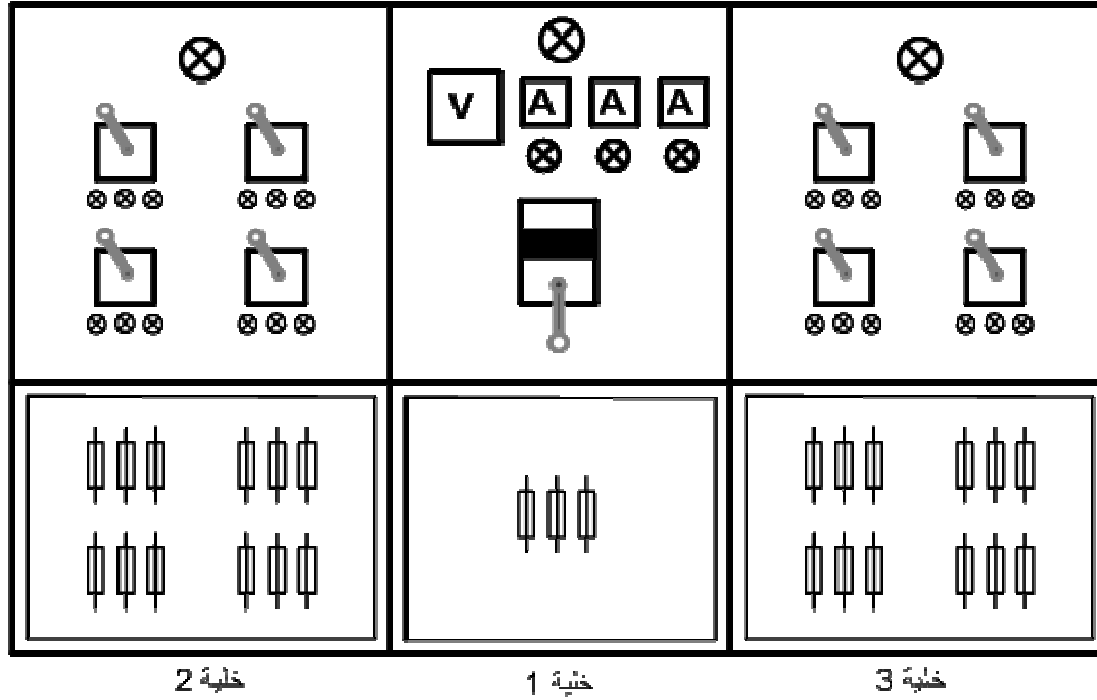
مثال: شكل (٣ - ٤) يوضح لوحة توزيع القوى لمصنع شاملة أجهزة التحكم والقياس. وتتكون

لوحة التوزيع من ثلاث خلايا : خلية للدخول واثنين للخروج تتحمل اللوحة ١٠٠٠ أمبير وهي مجهزة من الداخل بالقضبان العمومية من النحاس الأحمر الكهربائي ويجب ألا تزيد كثافة التيار عن ٤ أمبير/مم^٢. والخلايا من النوع المغلق وتبعد عن الحائط مسافة متر للصيانة. وتزود كل خلية بلمبة إضاءة.

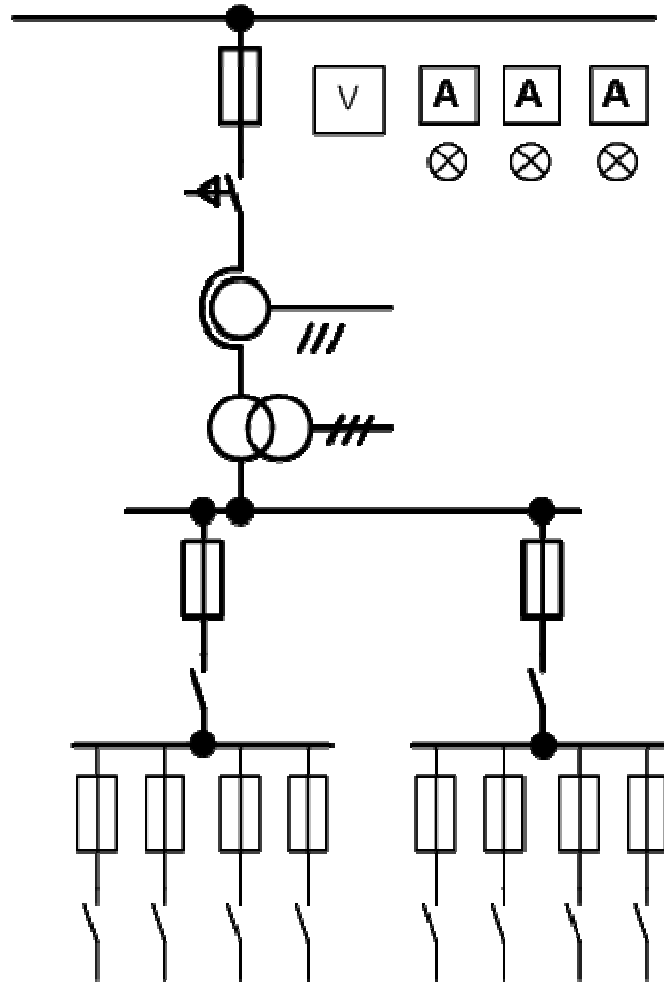
وتحتوي خلية الدخول على الآتي:

- لمبة إضاءة - فولت ميتر سعة ٤٠٠ فولت.
- ثلاثة أميترات سعة ٦٠٠ أمبير.
- ثلاثة لمبات بيان تشغيل بالألوان المميزة.
- مفتاحاً هوائياً لتشغيل يدوي مزود بالحماية ضد زيادة الحمل.
- ثلاثة مصاهر (سعة عالية).
- محولات القياس (تيار - جهد) ثلاثة أوجه.
- تحتوي خلية الخروج على الآتي:
- لمبة بيان.
- أربعة مفاتيح بالك سويتش سعة ١٠٠ أمبير لتغذية اللوحات الفرعية.
- اثنا عشر مصهراً سعة ٣٦ أمبير.

الشكل (٣ - ٤ - أ) يبين الواجهة الأمامية للوحة توزيع القوى. والشكل (٣ - ٤ - ب) يبين الدائرة الخطية للوحة توزيع القوى.



الشكل (٣- ٤ - أ) الواجهة الأمامية للوحة التوزيع الخاصة بالمصنع



الشكل (٣- ٤ - ب) الدائرة الخطية للوحة توزيع القوى الخاصة بالمصنع

٣- ٤ مواصفات لوحة توزيع الإضاءة الرئيسية للورش والمصانع:

يختلف حجم لوحة التوزيع حسب حجم القواطع الموجودة بها. فعلى سبيل المثال لوحة توزيع الإضاءة لورشة تحتوى على خمسة مصابيح فلورسانت تكون مواصفات اللوحة كالتالي:

تصنع اللوحة من صاج سمك ٢ مم بمقياس ٨٠X٨٠ سم وبعرض ٤٠ سم كما هو موضح في الشكل (٣- ٥) ويكون الصاج مدعماً من الداخل بخوص حديد ، ويمكن تثبيت اللوحة في الحائط بخوص وتحتوى اللوحة على الأجهزة والمعدات الآتية:

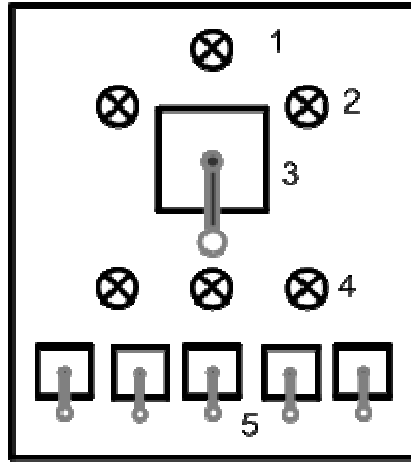
(١) مصباحاً واحداً لإضاءة اللوحة من الأمام.

(٢) مفتاحاً واحداً أوتوماتيكياً وجه واحد ٢٠ أمبير ٢٢٠ فولت.

(٣) لمبة إشارة واحدة للتأكد من وجود التيار في اللوحة.

(٤) ثلاثة مصاهر ٢٢٠ فولت ٥ أمبير.

(٥) خمسة مفاتيح أوتوماتيكية وجه واحد ٥ أمبير ٢٢٠ فولت.

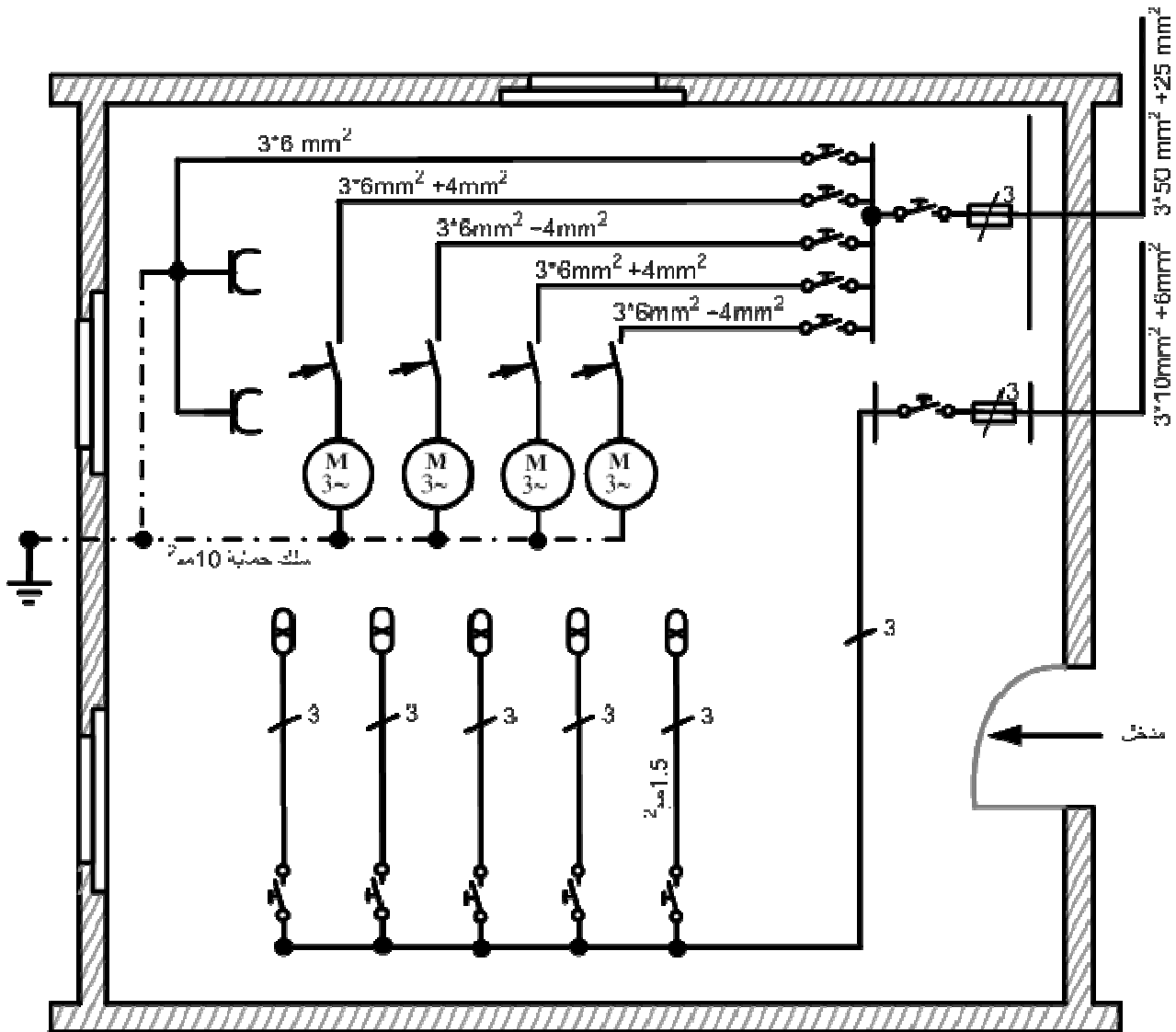


الشكل (٣- ٥) لوحة توزيع الإضاءة لورشة

ملاحظة: يجب توصيل سلك أرضي عام للوقاية يتصل كهربياً بالأجزاء المعدنية بجسم المحرك ثم

يتصل بالقضيب الأرضي في لوحة التوزيع. تستخدم الكابلات الخاصة بنقل الطاقة الكهربائية ذات أربعة أسلاك ثلاثة منها مساحة مقطع ٦ مم^٢ والرابع ٤ مم^٢ يستخدم كسلك أرضي.

الشكل (٣- ٦) يبين قطاعاً أفقياً في الورشة وعليه البيانات اللازمة للقوى والإضاءة.



الشكل (٣ - ٦) يبين قطاعاً أفقياً في الورشة وعليه البيانات اللازمة للقوى والإضاءة

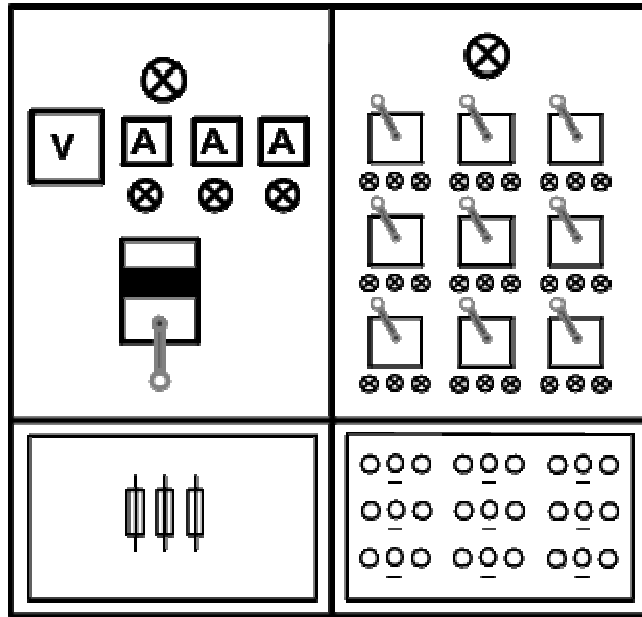
الشكل (٣ - ٧) يوضح لوحة توزيع الإضاءة لمصنع شاملة أجهزة التحكم والقياس.

تتكون لوحة توزيع الإضاءة من خليتين : خلية للدخول وأخري للخروج تتحمل اللوحة ٥٠٠ أمبير وهي مجهزة من الداخل بالقضبان العمومية من النحاس الأحمر الكهربي للأوجه الثلاثة المميزة (الأحمر- الأصفر- الأزرق) بمقطع مناسب حسب الأحمال الفعلية . يجب ألا تزيد كثافة التيار عن ٤ أمبير/مم^٢. والخلايا من النوع المغلق وتبعد عن الحائط مسافة متر للصيانة ، وتزود كل خلية بلمبة إضاءة.

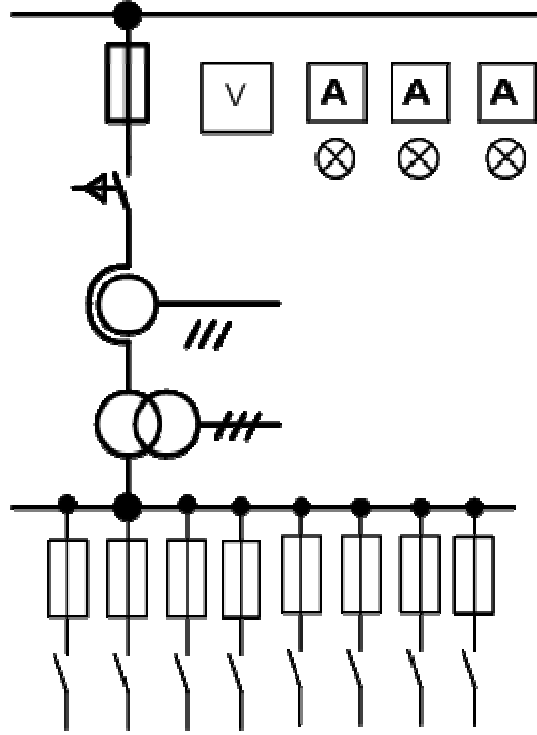
وتحتوي خلية الدخول على الآتي:

- لمبة إضاءة - جهاز فولت ميتر سعة ٤٠٠ فولت.

- ثلاثة (٣) أميترات سعة ٤٠٠ أمبير.
 - ثلاثة (٣) لمبات بيان تشغيل بالألوان المميزة.
 - مفتاحاً هوائياً لتشغيل يدوي ثلاثة (٣) أوجه مزود بالحماية ضد زيادة الحمل ٤٠٠ أمبير.
 - محولات القياس (تيار - جهد) ثلاثة (٣) أوجه .
 - وتحتوي خلية الخروج على الآتي:
 - لمبة بيان.
 - تسعة (٩) مفاتيح باك سويتش سعة كل مفتاح ١٠٠ أمبير لتغذية اللوحات الفرعية.
 - ثمانية عشر مصهراً أحادياً أوتوماتيكياً.
- الشكل (٣ - ٧ - أ) يبين الواجهة الأمامية للوحة التوزيع. والشكل (٣ - ٧ - ب) يبين الدائرة الخطية للوحة التوزيع مبيناً عليها الأجهزة والمعدات اللازمة.



الشكل (٣ - ٧ - أ) الواجهة الأمامية للوحة توزيع الإضاءة



الشكل (٣ - ٧ ب) الدائرة الخطية للوحة توزيع الإضاءة مبين عليها الأجهزة والمعدات اللازمة

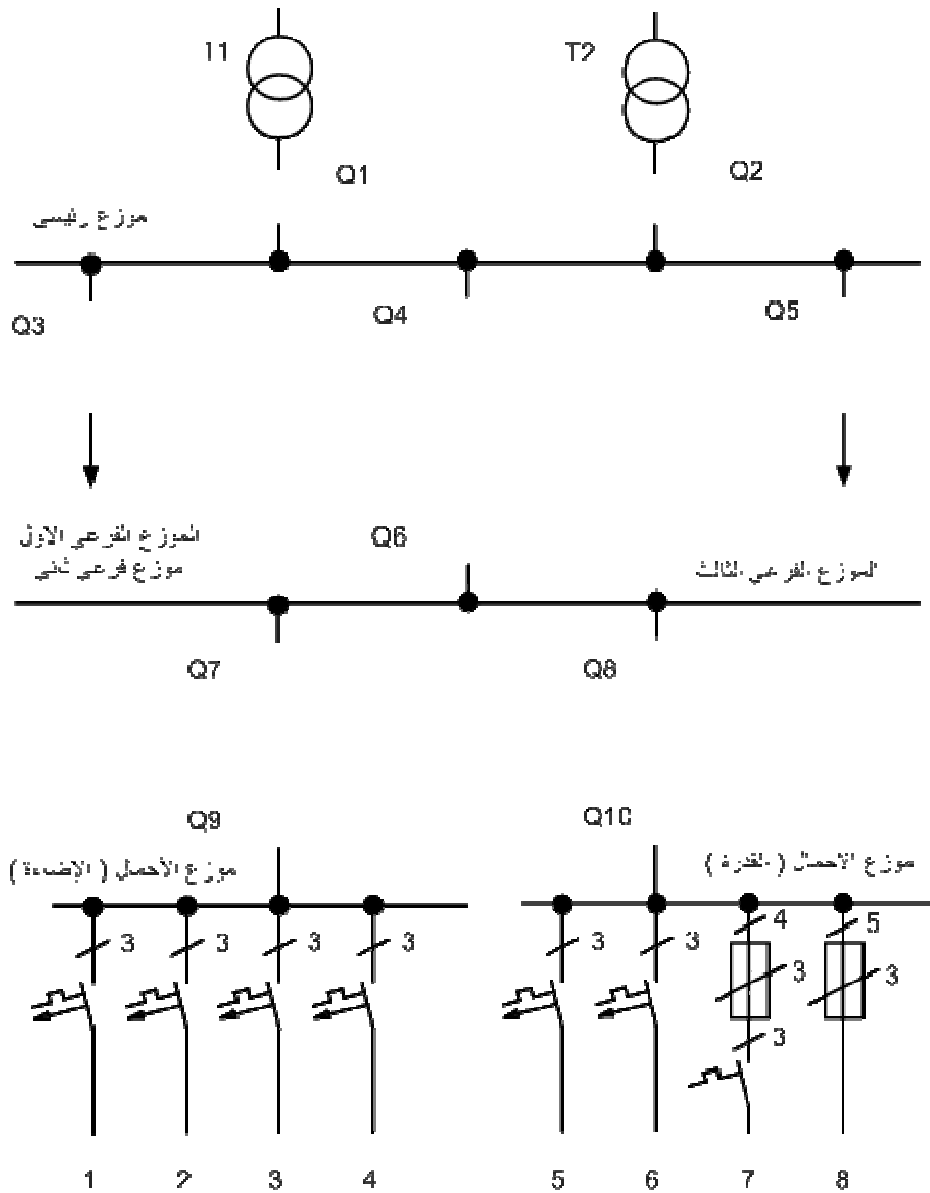
٣- ٥ تمارين:

(١) في شكل (٣- ٨) ارسم لوحة التوصيلات اللازمة لبناء شبكة شعاعية تحتوي على الآتي:

- Q1 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للمحول T1
- Q2 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للمحول T2
- Q3 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للموزع الفرعي الأول
- Q4 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للموزع الفرعي الثاني
- Q5 مفتاح قدرة أوتوماتيكي للموزع الفرعي الثالث
- Q6 مفتاح قدرة للموزع الفرعي الثاني
- Q7 مفتاح قدرة أوتوماتيكي لموزع المستهلك (الإضاءة)
- Q8 مفتاح قدرة أوتوماتيكي لموزع المستهلك (القدرة)
- Q9 مفتاح قدرة لموزع المستهلك (الإضاءة)
- Q10 مفتاح قدر لموزع المستهلك (القدرة)

مسار التيار في التوزيع للمستهلكات

1. مقابس بملامسات وقاية
2. مصابيح تفريغ كهربائية
3. مصابيح توهج
4. محول جهد صغير
5. محرك ثلاثي الأوجه
6. مقابس ثلاثية الأوجه
7. مروحة بمحرك ثلاثي الأوجه
8. مقاومات تسخين



الشكل (٣ - ٨) توزيع الطاقة الكهربائية

(٢) في شكل (٣ - ٩) ارسم مسار الموصلات واكتب جميع البيانات عن طريق التمديد في مخطط

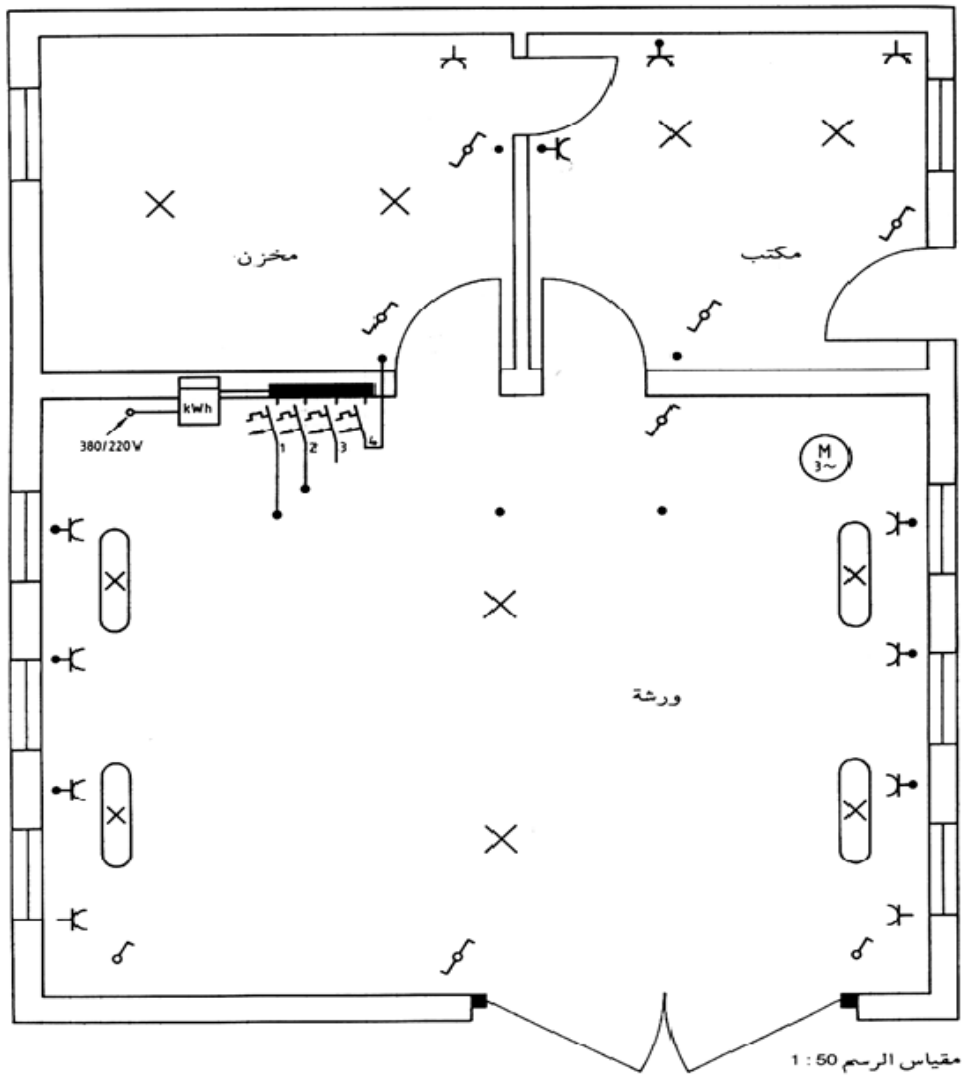
التركيبات الموضح:

الدائرة الأولى: إضاءة الورشة.

الدائرة الثانية: مقابس في الورشة.

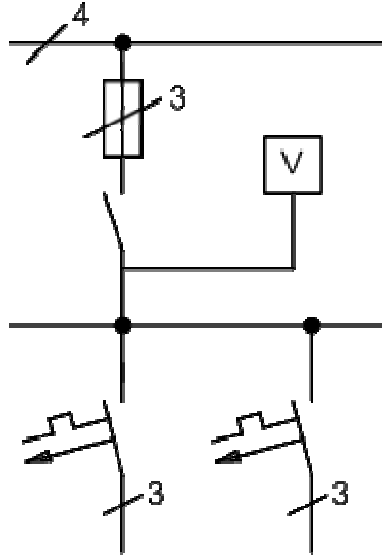
الدائرة الثالثة: محرك ثلاثي الأوجه.

الدائرة الرابعة: إضاءة و مقابس في المكتب وفي المخزن.



الشكل (٣ - ٩) قطاع أفقي في مبنى ورشة

(٣) ارسم الدائرة التنفيذية للدائرة الخطية الموضحة في الشكل (٣ - ١٠) للوحة توزيع لورشة إنتاجية يتم التحكم فيها بواسطة مفتاح أوتوماتيكي بأزرار تشغيل (فتح - غلق) تغذي قاطعين مغناطيسيين يغذي كل منهما مجموعة محركات ويتم التحكم بمجموعة أزرار (فتح - غلق) واللوحة مزودة بجهاز قياس الجهد لقياس جهد الخط.



الشكل (٣ - ١٠) للوحة توزيع لورشة إنتاجية

واجب: ارسم الدائرة الخطية والتنفيذية للوحة توزيع ورشة الكهرباء داخل كليتك.