ورشة التركيبات الصناعية

تخطيط لوحات التوزيع لجهد منخفض

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الجدارة:

الإلمام بأنواع أنظمة التوزيع الكهربائية للمصانع والورش وعمل التصميم والتخطيط لتلك الأنظمة.

الأهداف:

١- معرفة أنواع أنظمة التوزيع.

٢- عمل تصميم وتخطيط لنظام توزيع صناعي .

٣- اختيار المكونات اللازمة وتحديد خطوات التنفيذ لنظام توزيع صناعي .

٤- تخمين الوقت اللازم لتنفيذ مشروع توزيع صناعي.

٥- عمل الرسومات التنفيذية للتوصيلات والكابلات الكهربائية.

مستوى الأداء المطلوب:

أن يتم إتقان هذه الوحدة بجميع الأهداف السابقة بنسبة ٩٥ ٪.

الوقت المتوقع للتدريب :

١٥ ساعات

الوسائل المساعدة:

عمل الرسومات وتوقيع أماكن الأحمال عليها.

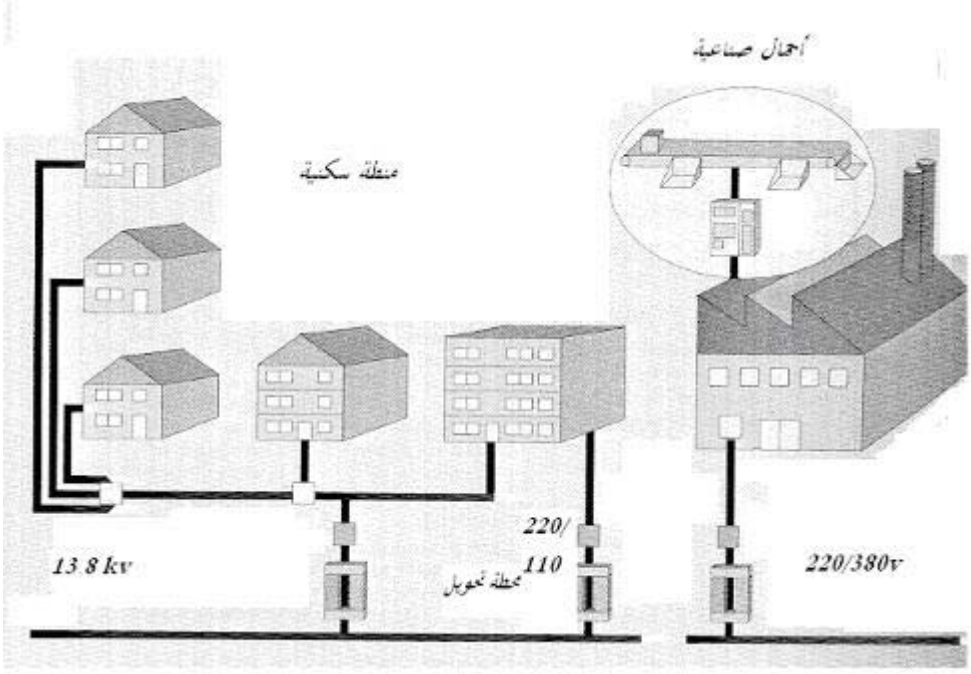
متطلبات الجدارة:

معرفة أساسيات الكهرباء

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٢- ١ معرفة الأنواع المختلفة لأنظمة التوزيع الكهربائي :

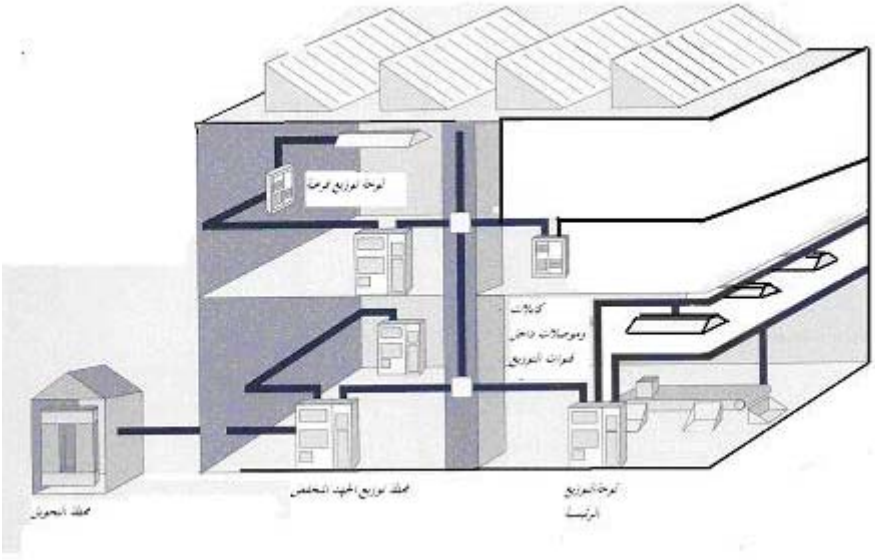
لاشك أن استخدام الطاقة الكهربائية في الحياة العامة له أهمية بالغة حيث لا يمكن الاستغناء عن الطاقة الكهربائية في جميع مجالات الحياة ، لاسيما في التطبيقات الصناعية حيث تظهر بجلاء الحاجة الماسة لهذه الطاقة المهمة التي تعد عصب الحياة ، ويتم توصيل القدرة الكهربائية للمستهلكين العاديين والصناعيين من قبل شركة الكهرباء المحلية من خلال شبكات النقل والتوزيع والشكل(٢- ١) يوضح طريقة النقل والتوزيع لمجمع سكني ومصنع.



شكل (٢- ١) مخطط توزيع لمجمع سكني وصناعي

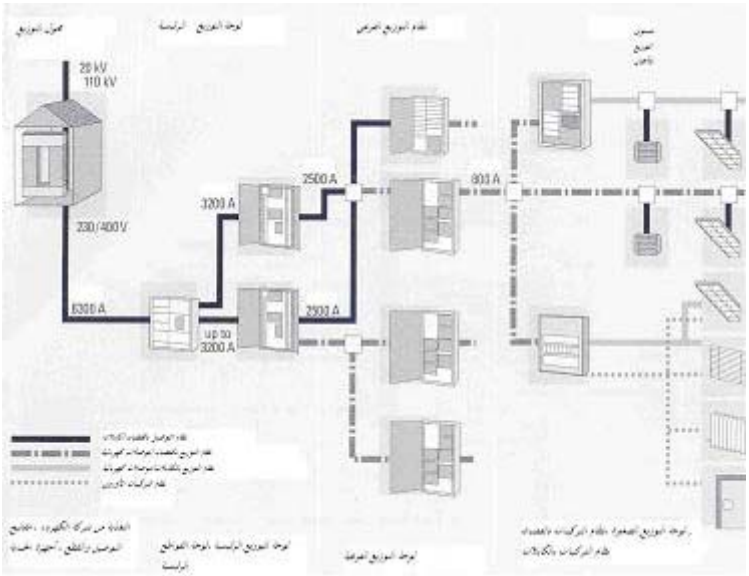
ويتم توصيل الطاقة الكهربائية داخل المصنع من خلال شبكة توزيع داخلية من خلال لوحات التوزيع داخل المصنع والتي تختلف عن لوحات التوزيع في المنازل السكنية ، والشكل (٢- ٢) يوضح المكونات الرئيسة لنظام توزيع داخل مصنع .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل (٢- ٢) نظام التوزيع داخل المصنع

وللتوضيح أكثر انظر الشكل (٢- ٣) والذي يوضح مستوى التوزيع في مجمع صناعي حيث تمت تجزئة نظام التوزيع إلى أربعة أجزاء: (أ) محول التوزيع، و (ب) نظام التوزيع الرئيس (ج) نظام التوزيع الفرعي، و (د) المستوى الأخير للأحمال .



شكل (٢- ٣) والذي يوضح مستوى التوزيع في مجمع صناعي

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

وكما تلاحظ فإن منظومة القوى الكهربائية تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسة :

١- محطات التوليد

٢- منظومة النقل

٣- منظومة التوزيع

والذي يهمنا في هذه الحقيبة هو الجزء الثالث وهي منظومة التوزيع ، حيث تنقسم إلى :

أ) منظومة توزيع أولي وهي التي تنقل القدرة من المحطات الفرعية للتوزيع إلى محولات التوزيع.

ب) منظومة توزيع ثانوي وتنقل القدرة من محولات التوزيع إلى المستهلكين .

ج- نظام التوزيع داخل المنشأة الصناعية أو ورش العمل ، حيث يتم تصميم وتنفيذ الجزأين (أ) و (ب) من قبل الشركة الخاصة بتوليد ونقل الطاقة الكهربائية وتوضع محطات التوليد ومحطات التوزيع الفرعية ومحولات التوزيع في الأحياء السكنية حسب نوعية وقدرة الأحمال المتوقعة كما تقوم الشركة المتعهدة بتوليد وتوزيع الطاقة الكهربائية بوضع المحطات الفرعية ومحولات التوزيع الخاصة بالمناطق الصناعية ، حيث تختلف حاجة الأحمال الصناعية عنها في الأحمال المنزلية والسكنية . ففي الصناعات الخفيفة والمتوسطة يتم وضع شبكة توزيع تناسب تلك الأحمال ولا تصلح تلك الشبكة لتغذية مناطق الصناعات الثقيلة . وتعتبر لوحات توزيع الجهد المنخفض الرابط مابين الأحمال الكهربائية والمولدات الكهربائية من خلال محولات التوزيع .ويوضح الشكل (٢- ٤) نظام توزيع متكامل لمشروع صناعي ويخضع اختيار النوع المناسب من أنظمة التوزيع إلى أربعة عوامل الرئيسية كما يلي :

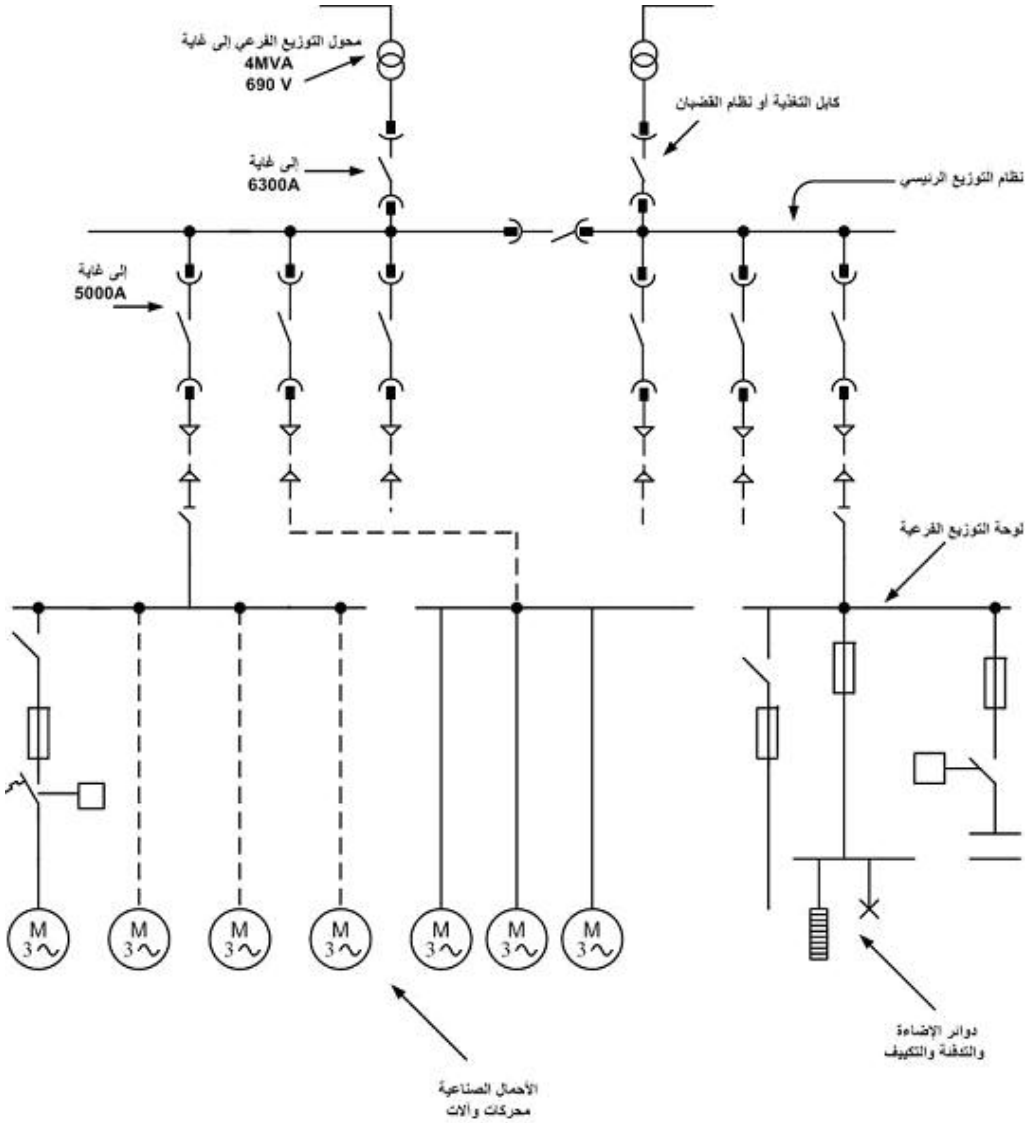
١- التيار الكهربائي (التيار المقنن لقضبان التوزيع –التيار المقنن للحمل الكلي – التيار المقنن لقواطع التوصيل – تيار القصر للقضبان)

٢- درجة ونوع الحماية والعزل الكهربائي (الحماية من الصعقة الكهربائية – طريقة التمديد للموصلات داخل الجدار – خارج الجدار – عدد أوجه التشغيل وجه واحد – متعدد الأوجه)

٣- طريقة تركيب المعدات والآلات (معدات ثابتة التركيب – معدات متغيرة المكان قابلة للنقل)

٤- بناءاًعلى التطبيقات والاستخدامات

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل (٢- ٤) نظام توزيع متكامل لمشروع صناعي

ولا يوجد فرق كبير بين الأنظمة الخاصة بالتوزيع للجهد المنخفض وفي معظم الحالات يتم استخدام نظام التوزيع بناءاً على نوع التطبيقات والأحمال المراد تغذيتها بالقدرة الكهربائية .

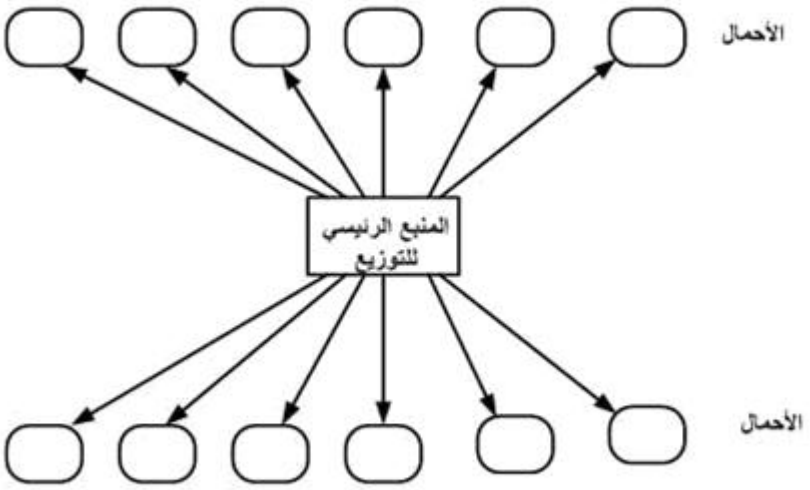
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

نظام التوزيع :

١- نظام التوزيع الرئيس وهو عبارة عن لوحة توزيع تربط مباشرة بالمنبع الرئيسي والشكل السابق موضح عليه هذا النوع

٢- نظام توزيع فرعي ويتم توصيله بالنظام الرئيسي ومنه تتم تغذية الأحمال الكهربائية بمختلف أنواعها.

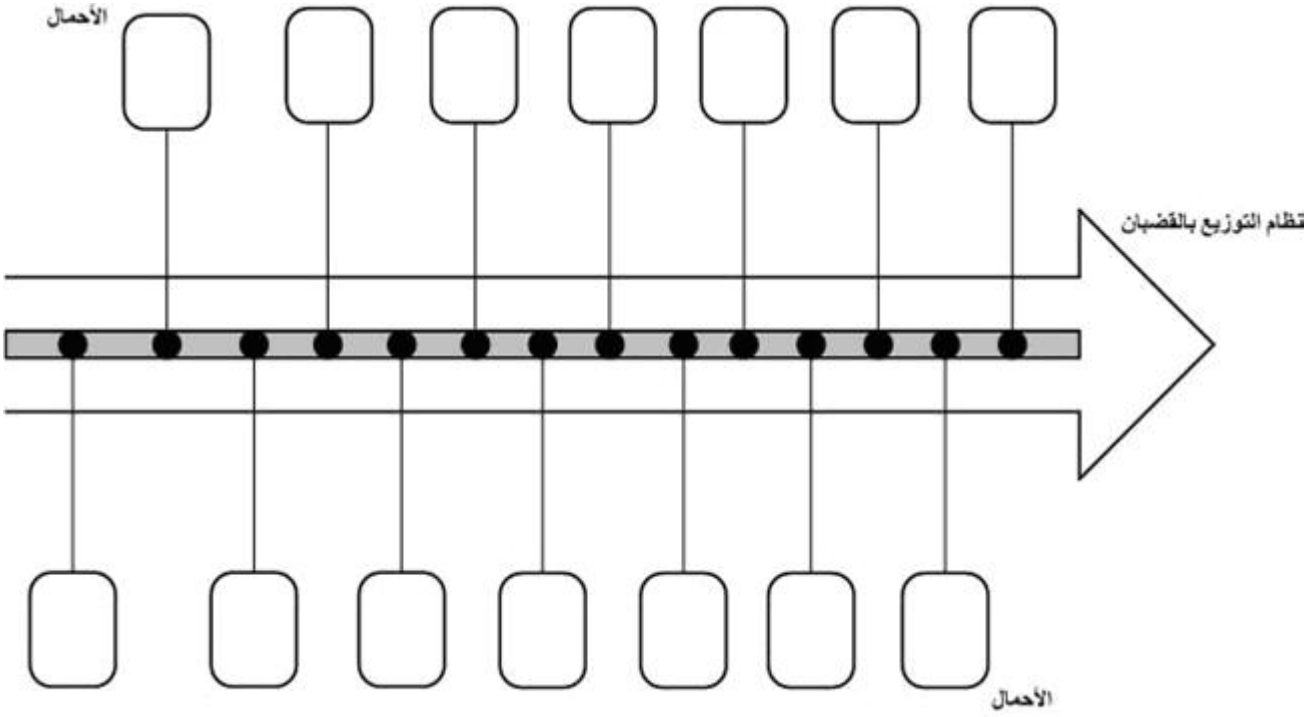
٣- نظام توزيع النقطة الواحدة ويتم من خلاله توصيل الأحمال من نقطة المنبع كما هو موضح بالشكل (٢- ٥)



شكل (٢- ٥) نظام توزيع النقطة الواحدة

٤- نظام قضبان التوزيع ومن خلال هذا النظام يتم تعليق القضبان تحت السقف للمصنع أو الورشة ويتم توصيل الأحمال الكهربائية عن طريق نظام متكامل من أجهزة الحماية بالمصهرات والقواطع الكهربائية ويستخدم هذا النظام في المصانع الكبيرة ويتيح عدداً من المزايا من أبرزها سهولة تغيير أماكن المعدات والآلات الكهربائية وكذلك سهولة رفع السعة الأمبيرية للمعدات كما يمكن توصيل هذا النظام بالطريقة الأفقية في المصانع والورش أو بالطريقة الرئيسة لاسيما في المباني ذات الأدوار المتعددة . والشكل (٢- ٦) يوضح طريقة توصيل هذا النظام

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل (٢- ٦) نظام توزيع بالقضبان

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٢- ٢ اختيار المكونات اللازمة لتنفيذ المشروع:

لمعرفة كيفية اختيار المكونات المناسبة للتنفيذ يجب معرفة طريقة اختيار الموصل المناسب ومساحة مقطعه المناسبة وكذلك يجب معرفة اختيار الطريقة المناسبة للتمديد وكذلك قطر الماسورة المناسبة في حال اختيار المواسير المعدنية أو البلاستيكية ، وسوف نتطرق في هذه الوحدة للمبادئ والتعليمات التي يمكن من خلالها اختيار تلك المكونات من خلال عرض جداول محددة وعرض بعض الأمثلة التوضيحية وكذلك تمارين عملية على اختيار المكونات السليمة بناء على معطيات محددة .

أولا : عند اختيار مساحة مقطع الموصلات المناسبة لابد من اعتبار المتطلبات التالية :

١- استغلال أحسن سعة تيارية للكيبل

٢- عدم تعدي فقد الجهد المسموح به (2.5%)

وبمجرد معرفة تيار الحمل فإنه يمكن تعيين مساحة المقطع التي تحقق المتطلب ١ ، ثم بعد ذلك ينصح بعمل اختبار للتأكد من صحة تحقق المتطلب ٢

وتعتمد شدة التيار المار في الكيبل على نوع التيار (متردد ،أو مستمر) ونوع الدائرة التي يستخدم فيها الكيبل (أحادية الوجه- أو ثلاثية الأوجه) والمعادلات التالية تستخدم لتعين شدة التيار

بالنسبة للتيار المستمر $I = \frac{P}{U}$

بالنسبة للتيار المتردد وجه واحد $\frac{P}{U\cos\phi}$

بالنسبة للتيار المتردد ثلاثية الأوجه $\frac{P}{\sqrt{3}\ U\cos\phi}$

علماً بأن I يكون تيار الوجه في حالة الأحمال أحادية الوجه ، ويكون تيار الخط في حالة الأحمال ثلاثية الأوجه . وكذلك فإن U جهد الوجه في حال الأحمال الأحادية الوجه وجهد الخط في حالة الأحمال الثلاثية الأوجه .والجدول (٢- ١) يوضح مساحة مقطع الموصلات تبعاً لتيار الحمل وطريقة التمديد وأجهزة الوقاية المناسبة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مساحة المقطع mm	المجموعة 1 كيبل أو عدة كيابل بقلب واحد ممددة داخل قناة				المجموعة ٢ الكابل متعدد القلوب مثل الكابلات PVC، والكابلات المدرعة ، والكابلات المغلفة بالرصاص ، والكابلات الشريطية .				المجموعة 3 الكابلات موضوعة في الهواء بعزل XLPE بحيث أن المسافة بين أي الكابلين متجاورين لاتقل عن قطر أحدهما			
	جهاز الوقاية A		الكابل A		جهاز الوقاية		الكابل		جهاز الوقاية		الكابل	
	CU	AL	CU	AL	CU	AL	CU	AL	CU	AL	CU	AL
0.75	-	-	-	-	١٢	-	6	-	15	-	10	-
1.0	11	-	6	-	١٥	-	10	-	19	-	10	-
1.5	15	-	10	-	١٨	-	10	-	24	-	20	-
2.5	20	15	16	10	٢٦	٢٠	20	16	32	26	25	20
4	25	20	20	16	٣٤	٢٧	25	20	42	33	35	25
6	33	26	25	20	٤٤	٣٥	35	25	54	42	50	35
10	45	36	35	25	٦١	٤٨	50	35	73	57	63	50
16	61	48	50	35	٨٢	٦٤	63	50	98	77	80	63
25	83	65	63	50	١٠٨	٨٥	80	63	129	103	100	80
35	103	81	80	63	١٣٥	١٠٥	100	80	158	124	125	100
50	132	103	100	80	١٦٨	١٣٢	125	100	198	155	160	125
70	165	-	125	-	٢٠٧	١٦٣	160	125	245	193	200	160
95	197	-	160	-	٢٥٠	١٩٧	200	160	292	230	250	200
120	235	-	200	-	٢٩٢	٢٣٠	250	200	344	268	315	200
150	-	-	-	-	٣٣٥	٢٦٣	250	200	391	310	315	250
185	-	-	-	-	٣٨٢	٣٠١	315	250	448	353	400	315
240	-	-	-	-	٤٥٣	٣٥٧	400	315	528	414	400	315
300	-	-	-	-	٥٠٤	٤٠٩	400	315	608	479	500	400
400	-	-	-	-	-	-	-	-	726	569	630	500
500	-	-	-	-	-	-	-	-	830	649	630	500

جدول (٢- ١) مساحة مقطع الموصلات تبعاً لتيار الحمل وطريقة التمديد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ملاحظة : عند استخدام أجهزة وقاية قابلة للمعايرة مثل قواطع المحركات ، يضبط القاطع على تيار التحميل للموصل . ويمكن استخدام أجهزة الوقاية بتيار 16 A مع الموصلات الثنائية . ألمنيوم = Al ، ، ، نحاس = Cu

مثال توضيحي :

يوجد حمل بتيار قدره 13 A أوجد مساحة المقطع المناسبة له في حالة استخدام النحاس أو الألمنيوم ، وسعة جهاز الوقاية المناسب . علماً بأن طريقة التوصيل داخل قناة بلاستيكية.

الحل : بالنظر إلى جدول(٢- ١) في المجموعة الأولى لأن المثال يشير إلى أن الكابل ممد داخل قناة وبالتوجه لقائمة النحاس Cu نجد أن التيار 13 A لايوجد فنقوم باختيار التيار الذي يليه مباشر وهو 15A نجد أن مساحة المقطع المناسبة هي 1.5 mm سعة جهاز الوقاية المناسب هو 10 A .

أكمل الحل في حال كون الموصل من الألمنيوم

- -
- -
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

ثانياً : اختيار المواسير المناسبة ومساحة مقطعها :

يوجد نوعان من هذه المواسير هما النوع المعدني ، والنوع البلاستيكي PVC

١- **النوع المعدني:** ويوضح الجدول(٢- ٢) معامل القطر للمواسير المعدنية وعدد الموصلات الممكن توصيلها داخلها حسب قطر الماسورة :

مساحة مقطع الموصل mm / قطر الماسورة mm	1.5	2.5	4	6	10
16	9	6	5	3	1
20	14	10	7	5	3
25	25	18	13	9	5
32	45	32	24	15	9

مثال توضيحي : ما عدد الموصلات الممكن توصيلها داخل ماسورة معدنية ٣٢ ملم إذا كانت مساحة مقطع الموصل المراد تمديده هي ١٠ ملم ؟

الحل : بالنظر إلى الجدول نجد أن عدد الموصلات هو ٩ موصلات

تطبيق عملي : ما عدد الموصلات الممكن توصيلها داخل ماسورة معدنية ٣٢ ملم إذا كانت مساحة مقطع الموصل المراد تمديده هي ١,٥ ملم ؟

الحل: -
- -
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

٢- **النوع الثاني مواسير PVC:**

لقد ازداد استخدام هذا النوع من المواسير في الآونة الأخيرة وذلك نظراً لوزنها الخفيف ولا تحتاج إلى تأريض ولا تتعرض للصدأ ويسهل تشكيلها وقطعها ، والجدول(٢- ٤) يوضح معامل التمديد للموصلات بمسافات أقل من ٣ أمتار .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

مساحة المقطع للموصل ملم	1	1.5	2.5	٤	٦	١٠
تمديد قصير	٢٢	٣١	٤٣	٥٨	٨٨	١٤٦
تمديد طويل بانحناءات	١٦	٢٢	٣٠	٤٣	٥٨	١٠٥

جدول (٢- ٣) معامل تمديد الموصلات الممدة لمسافات قصيرة أقصر من ٣ أمتار أو طويلة وتحتوي على انحناءات

قطر الماسورة بالمتر	طول التمديد بالمتر	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
١٦		188	182	177	171	167	162	158	154	150	143	136	130	125	120
٢٠		303	294	286	278	270	263	256	250	244	233	222	213	204	196
٢٥		543	528	514	500	487	475	463	452	442	422	404	388	373	358
٣٢		947	923	900	878	857	837	818	800	783	720	720	692	667	643

جدول (٢- ٤) معامل مواسير PVC تبعاً لقطر الماسورة وطولها .

مثال توضيحي : ماسورة بلاستيكية طولها ٦ أمتار مطلوب تمديد الموصلات التالية بها :

٦ موصلات مقاس ١ ملم ، و٦ موصلات مقاس 1.5 ، و٤ موصلات مقاس 2.5 ملم أوجد أقل حجم مناسب للماسورة .

الحل : بالنظر للجدول (٢- ٣) عند الطول ٦ أمتار فإن معامل التوصيل يساوي 16, 22,30

وبالتالي فإن المعامل الكلي هو خاص لجمع ضرب عدد الموصلات في المعامل على النحو التالي
16x6+22x6+30x4=348

وبالنظر في الجدول (٢- ٤) نجد أن الرقم ٣٤٨ ليس له وجود فنأخذ الرقم الذي يليه مباشرة عند الطول المحدد وهو ٦ أمتار وفي هذه الحالة هو ٤٢٢ ويقابله في خانة القطر للماسورة ٢٥ ملم .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تطبيق عملي : ماسورة بلاستيكية طولها ٩ أمتار مطلوب تمديد الموصلات التالية بها :

٦ موصلات مقاس ١ ملم ، و٦ موصلات مقاس 1.5 ، و٤ موصلات مقاس 2.5 ملم أوجد

الحل: -

- -

- -

ثالثاً : اختيار النوع المناسب من الأرفف المعلقة

بعد اختيار مساحة مقطع الكابلات والموصلات المناسبة لتمديد المشروع يمكن اختيار نوع الرف المعلق المناسب للتوصيل حيث يتم إنتاج الأرفف بمقاسات مختلفة وبمواصفات مختلفة والجدول (٢- ٥) يوضح عينة من المقاسات للأرفف المعدنية .

العرض	سمك المعدن	الاستخدام
٥٠ - ٢٠٠	mm١	الإستخدامات الخفيفة الموصلات ذات مساحة المقطع الصغيرة
٢٥٠ - ٣٥٠	mm١,٢	
٤٠٠ - ٦٠٠	mm١,٥	
١٠٠ - ٣٠٠	mm١,٢	الإستخدامات المتوسطة
٣٥٠ - ٦٠٠	mm١,٥	
١٠٠ - ٣٠٠	mm١,٥	الإستخدامات الثقيلة
٣٥٠ - ١٠٠٠	mm٢	

جدول (٢- ٥) يوضح عينة من المقاسات للأرفف المعدنية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

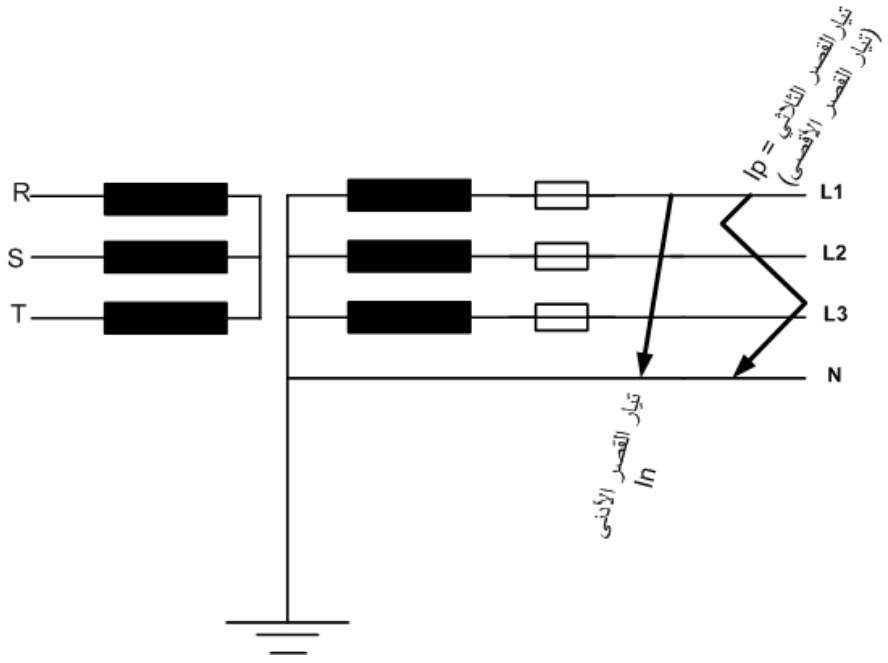
رابعاً: اختيار القواطع الفرعية والرئيسة :

توجد عدة نقاط تؤخذ في الاعتبار عند اختيار قواطع الجهد المنخفض وهي كالتالي :

أ) حساب التيار المقنن للقاطع In والذي يعتمد على تيار الحمل أو مساحة مقطع الكابلات ، وعادة يتم تحديد التيار المقنن من قبل الشركة المصنعة وكتابته على القاطع .

ب) حساب سعة القاطع القصوى (Breaking Capacity) وذلك بحسب تيار القصر الأقصى والأدنى ، كما يلي :

عند حدوث قصر بين ثلاثة أوجه حسب الشكل (٢- ٧)



شكل (٢- ٧) تيار القصر الأقصى والأدنى

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

$$Ip = \frac{U}{Zs+Zp}$$

Ip تيار القصر الأقصى والمار في أحد الأوجه
Zs معاوقة المصر الكهربائي
Zp معاوقة موصلات أحد الأوجه
U جهد الوجه للمصدر الكهربائي

وتيار القصر الأدنى حسب المعادلة

$$Ipn = \frac{U}{Zs+Zp+Zn}$$

تيار القصر الأدنى Ipn

معاوقة خط التعادل Z

ت) معرفة تيار البدء وزمن البدء للأحمال التي لها تيار بدء كبير مثل المحركات

ث) تحديد نوعية القاطع تبعاً لطريقة التثبيت

والجدير بالذكر أن الشركات المصنعة للقواطع الكهربائية توفر عادة دليلاً لإختيار القاطع من منظور ظروف التشغيل ونوع الحمل وتيار التشغيل المقنن وسعة القاطع القصوى مع تحديد الإنتقائية الأمر الذي يوفر على المستخدم كثيراً من الحسابات المعقدة .

٢- ٣ عمل تصميم وتخطيط لنظام توزيع صناعي وفقاً لمشروع صناعي محدد :

عند القيام بتصميم شبكة توزيع ، أياً كان نوعها ، صناعية أو تجارية أو سكنية ، فهناك عدة خطوات يجب اتباعها . وسوف نوضح فيما يلي أهم هذه الخطوات بالنسبة لشبكة توزيع صناعية حيث إنها محور اهتمامنا في هذه الحقيبة ويمكن تلخيص هذه الخطوات فيما يلي :

١- توقيع أماكن الأحمال الكبيرة على الرسم التخطيطي للمصنع وحساب إجمالي الحمل بالتقريب (KVA) ، ومعرفة مكان الكابل التغذية الرئيس.

٢- تقدير حمل الإضاءة وحمل التكييف والأحمال الأخرى وذلك عن طريق البيانات المتوفرة أو من التقديرات المبدئية .

٣- تحديد الحمل الكلي وحساب أقصى طلب باستخدام عامل طلب وعامل تباين مناسب .

٤- التحقق من الأحمال غير العادية مثل المحركات الكبيرة وتشغيل الأفران أو أجهزة اللحام بالقوس الكهربائي ، والأحمال التي يجب تشغيلها أياً كانت الظروف والأحمال ذات دورات التشغيل الخاصة.

٥- دراسة نظم التوزيع المختلفة واختيار أنسب نظام يتفق واحتياجات المصنع مع الأخذ في الاعتبار التكاليف . وجدير بالذكر بالنسبة للمصانع فإن تكلفة نظام التوزيع ليس العامل الفاصل في تحديد نظام التوزيع حيث إن تكلفة نظام التوزيع تتراوح بين ٢- ١٠٪ من التكلفة الكلية للمصنع.

٦- تحضير رسم تخطيطي مبدئي لمخطط التمديدات لخط واحد (single –line diagram)

٧- الحصول علي معلومات من المؤسسة أو الشركة التي ستزود المصنع بالطاقة المطلوبة مثل:

(جهد التغذية – نوع التأريض أو تيار القصر المقدر للقواطع الحالي والمتوقع مستقبلاً)

٨- تحديد ضرورة تركيب محطة توليد محلية بديلة في حال انقطاع التغذية الرئيسة (standby) والأحمال التي يجب تغذيتها بالمحطة البديلة والتي تختلف باختلاف السلعة المصنعة ففي مصانع الزجاج والسكر والصلب والأدوية والمطاط والورق والكيمائيات يؤدي انقطاع التيار ليس فقط إلى خسارة كبيرة بل أيضاً إلى صعوبة بالغة في استئناف الإنتاج مرة أخرى.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٩- في المصانع والمنشآت التي تستخدم أجهزة تشغيل البيانات (data processing) يجب دراسة مدى تأثير انقطاع القدرة على كفاءة استخدام هذه الأجهزة (أي مدى استغلالها من حيث الزمن) وإذا لزم الأمر تأمين المنبع البديل الخاص بهذه الأجهزة والمعروف باسم المنبع غير القابل للقطع

(uninterruptible power supply) (ups)

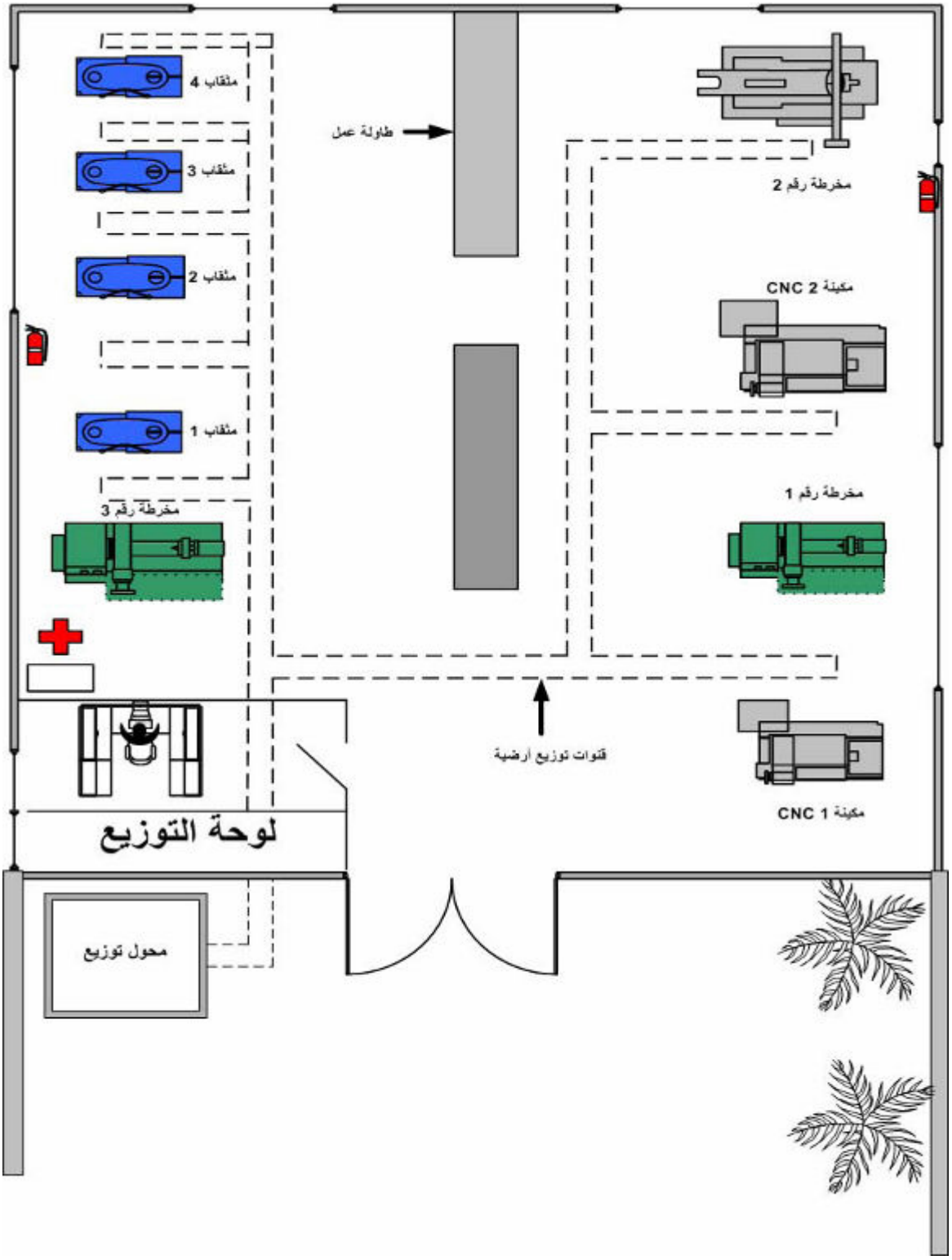
١٠- التأكد من أن إجراءات الأمان كافية تماماً في جميع أنحاء شبكة التوزيع الداخلية.

١١- تحديد مواصفات الأجهزة والمعدات الخاصة بشبكة التوزيع الداخلية وإرفاق رسم مخطط رمزي للوحة التوزيع .

١٢- مراعاة المرونة في شبكة التوزيع بحيث تأخذ في الاعتبار التوسع المستقبلي بأقل تكلفة وبأقل تعطيل في الإنتاج للمصنع.

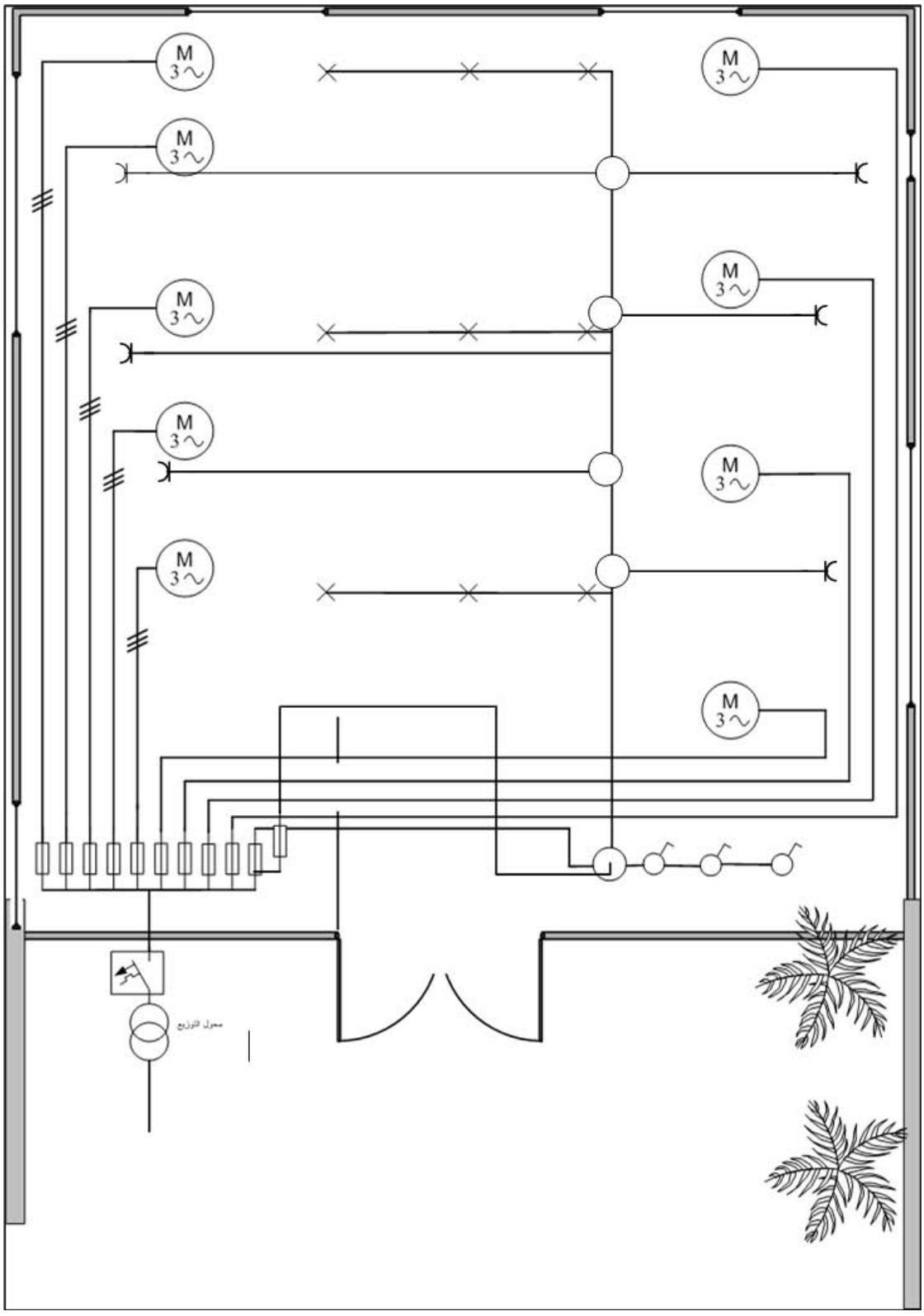
وقبل البدء بعمل التخطيط لنظام التوزيع وكيفية توزيع الموصلات داخل المصنع لابد من تحقق الشروط الواجبة في التصميم وهي كما تم شرحه في الفقرة السابقة تعتبر قاعدة بيانات مهمة جداً فبناءً على تيار الحمل الكلي للمصنع والتيار المسموح به من شركة الكهرباء يتم اختيار قاطع التوصيل الرئيسي . وأيضا عن طريق تحديد أماكن تثبيت المعدات والآلات يتم اختيار طريقة التمديد المناسبة ويمكن استخدام القنوات الأرضية أو قضبان التوزيع المعلقة في المصانع والورش التي بها أوناش رفع أو عربات متحركة ، ويجب وجود رسم يوضح أماكن وجود المعدات والآلات الكهربائية في الورشة وسوف نعتبر الشكل (٢- ٧) الذي يوضح ورشة عمل بها عدة آلات كهربائية . ويجب على فني الكهرباء معرفة جهود وقدرات المعدات التي سيقوم بعمل التخطيط الكهربائي لها .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل (٢- ٧) يوضح مسقطاً لورشة عمل ، بها عدة آلات كهربائية

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل (٢- ٨) مخطط التوزيع للورشة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

وبالنظر لمكونات الورشة يتضح ما يلي :

م	الوصف	البيانات الكهربائية			
		القدرة	الجهد	عدد الأوجه	التيار
١	ماكينة CNC 1	7kw	220/380	3ph	17.5 A
٢	مخرطة ١	2.2 kw	220/380	3ph	9.6 A
٣	مثقاب ١	1.1kw	220/380	3ph	4.8 A
٤	ماكينة CNC2	5.7kw	220/380	3ph	12 A
٥	مثقاب ٢	0.75kw	220/380	3ph	3 A
٦	مخرطة ٢	4kw	220/380	3ph	17 A
٧	مثقاب ٣	1.1kw	220/380	3ph	4.8 A
٨	مخرطة ٣	2.2kw	220/380	3ph	9.6 A
٩	مثقاب ٤	4kw	220/380	3ph	17 A
١٠	٦ برايز	1.080 kw	220	-	5 A
١١	٩ لمبات	3.6 kw	220	-	16 A

جدول(٢- ٥) بيانات الإضاءة والآلات الكهربائية في الورشة

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

سنقوم في هذا الجزء بعمل حسابات وتوزيع الأحمال على الأوجه الثلاثة بالتساوي بحيث يكون التحميل متزناً للتي تم عمل تخطيط التوزيع الكهربائي لها ومن ثم سوف نحدد سعة القاطع الرئيسي لمساحة مقطع السلك المستخدم للتوصيل لكل حمل وكذلك سوف نحدد طريقة التمديد للموصلات وكذلك أطوال مقاس ماسورة التوصيل أو حامل الموصلات المناسبة حسب عدد الموصلات . ولهذا الغرض لابد من معرفة مساحة مقاطع الموصلات وسعتها الأمبيرية ، حيث يتضح من الجدول السابق قدرة كل حمل من الأحمال الموجودة في الورشة وكذلك الجهد الموصل للحمل والتيار المسحوب . والجدول التالي يوضح طريقة التوزيع للأحمال في الورشة السابقة ومساحة المقطع المناسبة للموصلات بالرجوع للجدول (٢- ١) .

	القدرة موزعة على الأوجه الثلاثة			تيار الحمل	مساحة المقطع	تيار القاطع	عدد الأقطاب	رقمه في لوحة التوزيع
وصف الحمل	L3	L2	L1					
ماكينة CNC 1	٢٣٤			17.5A	2.5	20	3	1
		٢٣٣						
			٢٣٣					
مخرطة ١	٧٣٣			9.6 A	1.5	10	3	2
		734						
			733					
مثقاب ١	٣٦٦			4.8 A	1	10	3	3
		366						
			367					
ماكينة	١٩٠٠			12 A	2.5	16	3	4

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

CNC2		1900						
			1900					
مثقاب ٢	٢٥٠			3A	1	10	3	5
		250						
			250					
مخرطة ٢	١٣٣٤			17 A	1.5	10	3	6
		1333						
			1333					
مثقاب ٣	٣٦٧			4.8 A	1	10	3	7
		366						
			366					
مخرطة ٣	٧٣٣			9.6 A	1.5	10	3	8
		734						
			733					
مثقاب ٤	١٣٣٣			17 A	1.5	10	3	9
		1333						
			1334					
٩لمبات	١٢٠٠			16 A	2.5	20	1	10
		1200						
			1200					
٦ برايز	٣٦٠			5 A	1.5	10	1	11
		360						
			360					

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

المجموع لكل وجه	٨٨١٠	٨٨١٠	٨٨١٠					
المجموع الكلي	٢٦٤٣٠							

جدول (٢- ٦) توزيع الأحمال حسب القدرة وتيار القاطع

ولإيجاد التيار الكلي الذي يتم من خلاله اختيار مساحة القاطع الرئيسي للتوزيع نقوم بعمل ا التالي :

$$\frac{S}{\sqrt{3}\ U}$$

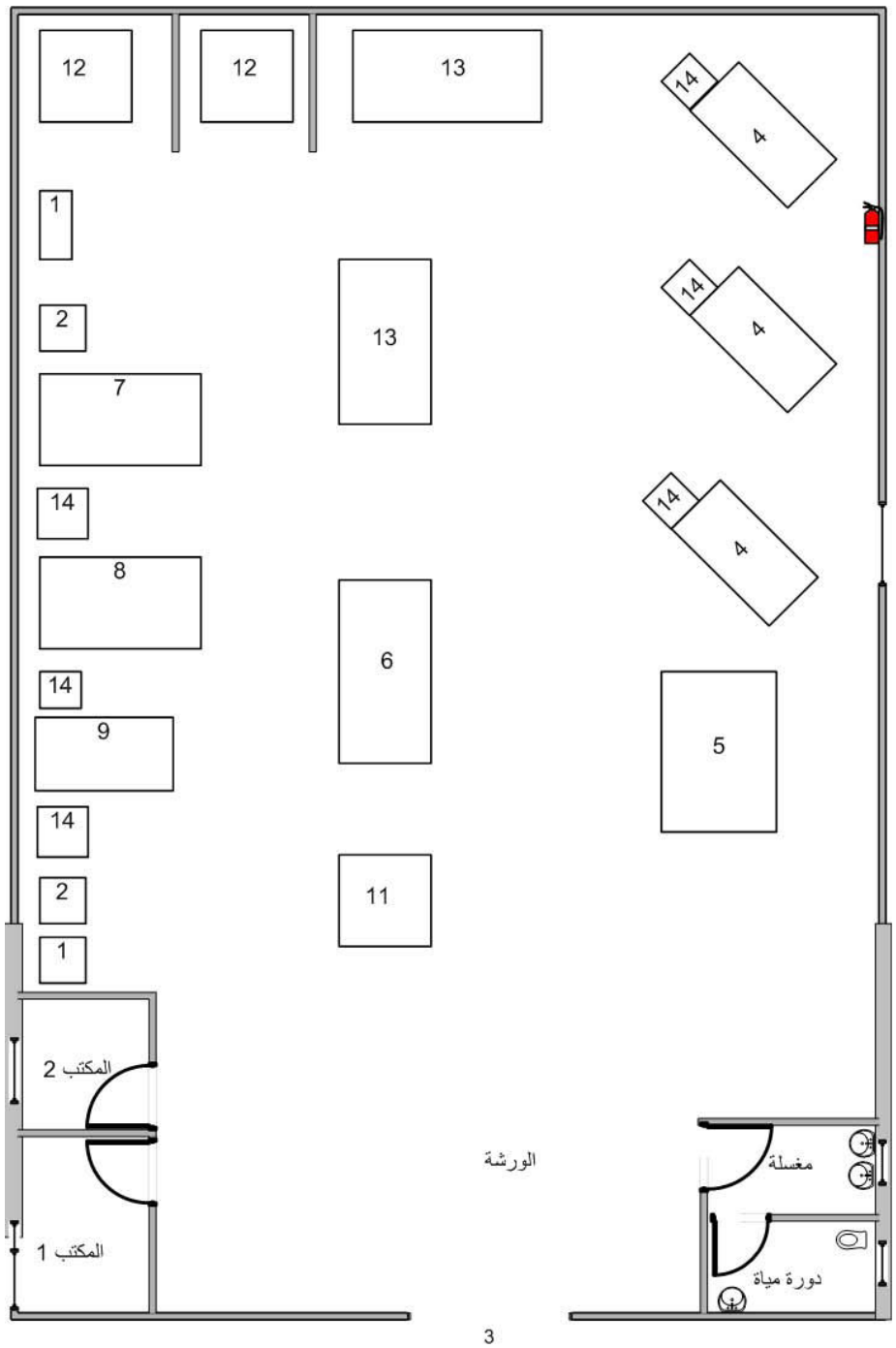
$$\frac{26430}{\sqrt{3}\ \times 220} =$$

69.55A

ومن ثم نختار قاطعاً سعته 100A

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

نشاط عملي : قم بعمل تخطيط لورشة العمل الموضحة بالشكل (٢- ٩) وحدد التيار الكلي بناءً على المعطيات في الجدول (٢- ٧)



شكل (٢- ٩) رسم يوضح مكونات ورشة إنتاج

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

م	الوصف	البيانات الكهربائية				
		القدرة	الجهد	عدد الأوجه	معامل القدرة	التيار
١	حجر جلخ	1.5kw	220/380	3	0.90	?
٢	مثقاب صغير	1.2kw	220/380	3	0.95	?
٣	باب رأسي يعمل بمحرك	1.5kw	220/380	3	0.89	?
٤	مخرطة زنبة	5.5kw	220/380	3	0.94	?
٥	منشار هيدروليكي	2.2kw	220/380	3	0.85	?
٦	مثقاب الدف	4kw	220/380	3	0.93	?
٧	فريزة رأسية	7kw	220/380	3	0.96	?
٨	فريزة أفقية	4kw	220/380	3	0.96	?
٩	مقشطة نطاحة	3kw	220/380	3	0.87	?
١٠	ماكينة جلخ اسطوانية	4.55kw	220/380	3	0.89	?
١١	ماكينة جلخ سطحي	7.5kw	220/380	3	0.90	?
12	ماكينة لحام	22.8kw	220/380	3	0.95	?

جدول (٢- ٨) بيانات الآلات والمعدات بالورشة

ملحوظة : يمكن إيجاد التيار بالحساب $P= IxUxcos\phi$

الأن قم بعملية توزيع الأحمال على الأوجه وحدد مساحة مقاطع الموصلات المستخدمة تيار القاطع لكل حمل ومن ثم التيار الكلي ، حسب الجدول (٢- ١)التالي :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

وصف الحمل	القدرة موزعة على الأوجه الثلاثة			تيار الحمل	مساحة المقطع	تيار القاطع	عدد الأقطاب	رقمه في لوحة التوزيع
	L3	L2	L1					

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

القدرة الكلية لكل وجه								
القدرة الكلية للورشة								

التيار الكلي للورشة :

٢- ٤ تحديد خطوات العمل لتنفيذ المشروع:

من الواضح من خلال البنود السابقة أن خطوات التنفيذ للمشروع تتلخص فيما يلي :

١- جمع المعلومات الأساسية عن الموقع مثل المساحة، والأطوال، وطبيعة المبنى ، وأماكن تركيب المعدات والأحمال، وموقع محول التوزيع الذي يغذي المبنى ، وموقع دخول الكابل التغذية.

٢- رسم إنشائي يوضح الإبعاد للمبنى والطوابق المتعددة ، وعلى ضوئه يتم رسم التخطيط الكهربائي لدوائر القدرة ودوائر الإضاءة

٣- توزيع الأحمال على أوجه التغذية بالتساوي ، للحصول على تحميل متزن لضمان استمرار التغذية ،وبناءاً عليه نحدد سعة الكابلات والقواطع الرئيسة والفرعية

٤- تحديد أبعاد الموصلات حسب المسافات الموجودة بالورشة واختيار أنواع المواسير المعدنية أو البلاستيكية المناسبة وكذلك الأرفف المعلقة .

٥- تحديد مواقع لوحات التوزيع الرئيسة والفرعية ، حسب متطلبات المعدات والآلات الكهربائية .

٦- تثبيت القنوات والمجاري والأرفف المعلقة والمواسير حسب الإحتياج الفعلي ، بحيث يراعى عند التثبيت الشكل العام وكذلك يراعى أن تكون مسارات التمديد للقنوات والأرفف بعيدة عن التعرض للتلف الميكانيكي كالبكرات المتحركة والأوناش المعلقة.

٧- ترقيم وتمييز الموصلات القادمة من الأحمال إلى لوحات التوزيع ليسهل التعامل معها عند توصيلها .

٨- عمل الدوائر التنفيذية ودوائر التحكم في لوحات التوزيع والتحكم حسب حاجة العمل وظروف الإنتاج للورشة .

٢- ٥ تحديد الوقت المتوقع لتنفيذ المشروع:

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

خَريطة الجدول الزمني هي عبارة عن رَسم بياني يوضح الجدول الزمني لعمل ما مثل مشروع إنشائي أو عملية صيانة أو عملية تطوير أو مشروع تطوير وتصنيع وتسويق مُنتج جديد. هذه الخريطة تَستخدم الخطوط العرضية لتُوضح الزمن الذي تستغرقه كل خطوة من خطوات المشروع ومتى تبدأ ومتى تنتهي. وبالتالي فهذه الخريطة تساعدنا على التخطيط للمشروع وعلى نقل هذا التخطيط لمديرينا وزملائنا وكل من له علاقة بالمشروع. هذه الخريطة تُعتبر وسيلة جيدة جداً في متابعة تَطور الأعمال وعرض هذه المتابعة بشكل يسهل استيعابه بسرعة. فيمكننا أن نستخدم خطوطا أفقية أخرى لتحديد الوقت الفعلي لتنفيذ الأعمال بمعنى أن الخريطة يظهر عليها الزمن المخطط ، و هذه الخريطة منسوبة إلى Hennery Gantt والذي عملها في عام ١٩١٧ ومازالت مستخدمة حتى الآن بل هي أشهر وسيلة مستخدمة في عرض الجداول الزمنية

ما أهمية إعداد جدول زمني:

دعنا نسأل السؤال بطريقة أخرى: ماذا لو لم نُعد جدولاً زمنياً للمشروع؟ إذن لا يعلم أحدٌ متى ينتهي المشروع ولا يُمكننا توقع الخطوات التي تؤثر على انتهاء المشروع بسرعة ولا يمكننا تمييز الخطوات التي يمكننا القيام بها في آنٍ واحد ولا يمكننا تنظيم مواردنا ولا يمكن للعاملين في المشروع من معرفة متى يأتي دَورُهم في المشروع ولا يمكن للمشاريع الأخرى تَنسيق أعمالها مع هذا المشروع

فالجدول الزمني يجعلنا نخطط للمشروع بشكل جيد إذ إنه يوضح لنا الموارد المطلوبة وكيفية استغلالها ويساعدنا على تقليل زمن التنفيذ عن طريق تنفيذ بعض الخطوات بشكل متواز أو عن طريق بدء بعض الخطوات في مرحلة مبكرة. كذلك فإن الجدول الزمني هو وسيلة للتنسيق مع كافة الأطراف المشاركة والمتأثرة بالمشروع أو خطواته.

افترض أننا سنقوم بعملية تركيب ماكينة جديدة. وافترض أننا لم نعد جدولاً زمنياً. كيف ستسير الأمور؟ لن نستطيع أن نقول أننا نعمل بمعدل جيد لأنه لا توجد أية خطة مُسبَّقة. فعندما نحتاج لمسؤولي التركيبات الميكانيكية سنُفاجئهم بالطلب وقد يكونون غير مستعدين وكذلك الحال عندما نحتاج مسؤولي التركيبات الكهربائية ومسؤولي التشغيل وهكذا. قد يكون من الممكن أن نقوم ببعض الأعمال الكهربائية والميكانيكية بشكل متوازٍ لضغط الوقت ولكننا لن ننتبه لذلك. قد نُفاجأ في وقت متأخر أن أي عملية ما لم يتم إجراؤها سوف تتسبب في تعطيل كل شيء مع أنه يمكن تنفيذها في أي

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

وقت سابق. كذلك فإن تنسيق استخدام الموارد (مثل أدوات النقل أو الحمل أو أجهزة الحاسوب....) بين الأعمال المختلفة سيكون مشكلة كبيرة.

إن كان ولابد من إعداد جدول زمني فلماذا خريطة جانتGantt Chart؟ ألا يكفي أن نكتب كل شيء في جدول؟ إن خريطة الجدول الزمني سهلة الفهم وقراءتها أيسر بكثير من قراءة جدول به بعض المواعيد والأزمنة. ولذلك فهي شائعة الاستخدام منذ زمن بعيد. لاحظ أن إعداد خريطة الجدول الزمني لا يتطلب وقتاً كبيراً في رسمها لأن برامج الحاسوب تجعل هذا يسيراً بل ولو رسمت باليد فإنها لا تأخذ وقتاً كبيراً. وفيما يلي نستعرض بعض الجداول الزمنية المتوقعة لتنفيذ بعض التركيبات الصناعية التي سبق شرحها . وسوف نكتفي بعرض الجدول فقط دون التعليق عليه حتى نختصر الوقت .

		الوقت المستغرق للتنفيذ بالدقيقة				
م	مساحة المقطع× عدد الموصلات	وضع الكابل داخل الماسورة	فوق البياض بواسطة قفزان الكيابل	فوق البياض بواسطة المسامير	تحت البياض	الحفر بواسطة الأزميل
١	١,٥ ملم^{٢} × ٢	٣	٨	٥	٥	٥
٢	١,٥ ملم^{٢} × ٣	٣	٨	٥	٥	٥
٣	١,٥ ملم^{٢} × ٤	٣,٥	٨	٥	٥	٥
٤	١,٥ ملم^{٢} × ٥	٣,٥	٨	٥	٥	٥
٥	١,٥ ملم^{٢} × ٧	٣,٥	٩	٥	٥	٥
٦	٢,٥ ملم^{٢} × ٢	٣,٥	٩	٥	٥	٥
٧	٢,٥ ملم^{٢} × ٣	٣,٥	٩	٥	٥	٥
٨	٢,٥ ملم^{٢} × ٤	٣,٥	٩	٥	٥	٥
٩	٢,٥ ملم^{٢} × ٥	٣,٥	١٠	٥	٥	٥
١٠	٤ ملم^{٢} × ٢	٣,٥	١٠	٦	6	٥
١١	٤ ملم^{٢} × ٣	٣,٥	١٠	٦	٦	٥
١٢	٤ ملم^{٢} × ٤	٣,٤	١٠	٦	٦	٥

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

١٣	٤ ملم^{٢} × ٥	٣,٤	١٠	٧	٧	٥
١٤	٦ ملم^{٢} × ٢	٣,٤	١٠	٦	٦	٥
١٥	٦ ملم^{٢} × ٣	٤	١٠	٧	٧	٥
١٦	٦ ملم^{٢} × ٤	٤	١٠	٧	٧	٥
١٧	٦ ملم^{٢} × ٥	٤,٥	١١	٧,٥	٧,٥	٥
١٨	١٠ ملم^{٢} × ٢	٤,٥	١١	٧,٥	٧,٥	٥
١٩	١٠ ملم^{٢} × ٣	٥	١١	٨	٨	٥
٢٠	١٠ ملم^{٢} × ٤	٥,٥	١١	٩	٩	٧
٢١	١٠ ملم^{٢} × ٥	٦	١٣	٩	٩	٧
٢٢	١٦ ملم^{٢} × ١	٥,٥	١٣	٩	٩	٧
٢٣	١٦ ملم^{٢} × ٢	٦	١٣	٩	٩	٧
٢٤	١٦ ملم^{٢} × ٣	٦	١٤	١٠	١٠	٧
٢٥	١٦ ملم^{٢} × ٤	٦,٥	١٥	١٠	١٠	٧
٢٦	١٦ ملم^{٢} × ٥	٧	١٦	١٠	١٠	٧
٢٧	٢٥ ملم^{٢} × ١	٧	١٥	١٠	١٠	٧

جدول (٢- ١٠) الوقت المستغرق لتنفيذ تمديد الكابلات داخل المواسير أو تحت الجدار

	الوقت المستغرق للتنفيذ بالدقيقة	
م	مساحة المقطع و عدد الموصلات	الكابل داخل قناة مدفونة
١	٢,٥ ملم^{٢} × ٥ - ١,٥ × ٢	٥
٢	٦ ملم^{٢} × ٥ - ٢,٥ × ٥	٥
٣	٦ ملم^{٢} × ٥ - ٦× ٥	٧
٤	٢٥ ملم^{٢} × ٥ - ١٦ × ٥	٩
٥	٧٠ ملم^{٢} × ٥ - ٢٥ × ٥	١١
٦	٩٥ ملم^{٢} × ٥ - ٧٠ × ٥	١١

جدول (٢- ١١) الوقت المستغرق لتنفيذ الكابلات داخل قناة أرضية مدفونة

	الوقت المستغرق للتنفيذ بالدقيقة		
م	مساحة المقطع × عدد الموصلات	للتوصيل فوق البياض	السحب بواسطة سلك (سسته) داخل ماسورة أو قناة بلاستيكية أو قناة أرضية ظاهرة
١	١٠/١٦ ملم^{٢}× ٤	٨	٦
٢	١٦/٢٥ ملم^{٢}× ٤	٨	٦
٣	١٦/٣٥ ملم^{٢}× ٤	١٠	٨
٤	٢٥/٥٠ ملم^{٢}× ٤	١٣	١١
٥	٣٥/٧٠ ملم^{٢}× ٤	١٣	١١
٦	٥٠/٩٥ ملم^{٢}× ٤	١٣	١١
٧	٧٠/١٢٠ ملم^{٢}× ٤	١٥	١٣

جدول (٢- ١٢) الوقت المستغرق لتنفيذ تمديد الموصلات داخل مواسير أو قنوات أرضية

		الوقت المستغرق للتنفيذ بالدقيقة		
م	مساحة المقطع × عدد الموصلات	سحبه داخل ماسورة خالية	للتوصيل فوق البياض بواسطة المسامير	تحت البياض
١	٠,٨ ملم^{٢} × ٢	٢,٥	٤,٥	٣,٥
٢	٠,٨ ملم^{٢} × ٣	٢,٥	٤,٥	٣,٥
٣	٠,٨ ملم^{٢} × ٤	٣	٤,٥	٤
٤	٠,٨ ملم^{٢} × ٦	٣	٥	٤
٥	٠,٨ ملم^{٢} × ٨	٣,٥	٥	٤
٦	٠,٨ ملم^{٢} × ١٠	٣,٥	٦	٤,٥
٧	٠,٨ ملم^{٢} × ١٢	٤	٧	٤,٥

جدول (٢- ١٣) الوقت المستغرق لتنفيذ تمديد موصلات تلفون

		الوقت المستغرق للتنفيذ بالدقيقة		
م	القطر Ø	فوق البياض بواسطة قفزان الكابل	في المجرى	تحت البياض
١	١٣,٥ ملم	٦	٦	٦
٢	١٦ ملم	٦	٦	٦
٣	٢٣ ملم	٨	٨	٨
٤	٢٩ ملم	٩	٩	٩
٥	٣٦ ملم	١١	١١	١١
٦	٤٨ ملم	١٤	١٤	١٤

جدول (٢- ١٤) يوضح قطر ماسورة بلاستيكية فارغة والوقت المتطلب للتنفيذ

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

		الوقت المستغرق للتنفيذ بالدقيقة				
م	القطرØ	فوق البياض بواسطة قفزان الكابل	فوق خرسانة الأرضية	داخل الخرسانة (بدون حفر)	في المجرى	تحت البياض
١	١٣,٥ ملم	٦	٥	٦	٦	٦
٢	١٦ ملم	٦	٥	٦	٦	٦
٣	٢٣ ملم	٨	٧	٨	٨	٨
٤	٢٩ ملم	٩	٨	٩	٩	٩
٥	٣٦ ملم	١١	١٠	١١	١١	١١
٦	٤٨ ملم	١٤	١٢	١٤	١٤	١٤

جدول (٢- ١٥) يوضح قطر ماسورة بلاستيكية من النوع القوي المفرغ وزمن التنفيذ .

	الوقت المستغرق للتنفيذ بالدقيقة	
م	القطر	فوق البياض
١	١٣,٥ ملم Ø	٨
٢	١٦ ملم Ø	٩
٣	٢٣ ملم Ø	١٠
٤	٢٩ ملم Ø	١٣
٥	٣٦ ملم Ø	١٦
٦	٤٢ ملم Ø	١٨
٧	٤٨ ملم Ø	٢٢

جدول (٢- ١٦) المواسير حسب الأقطار وزمن التنفيذ

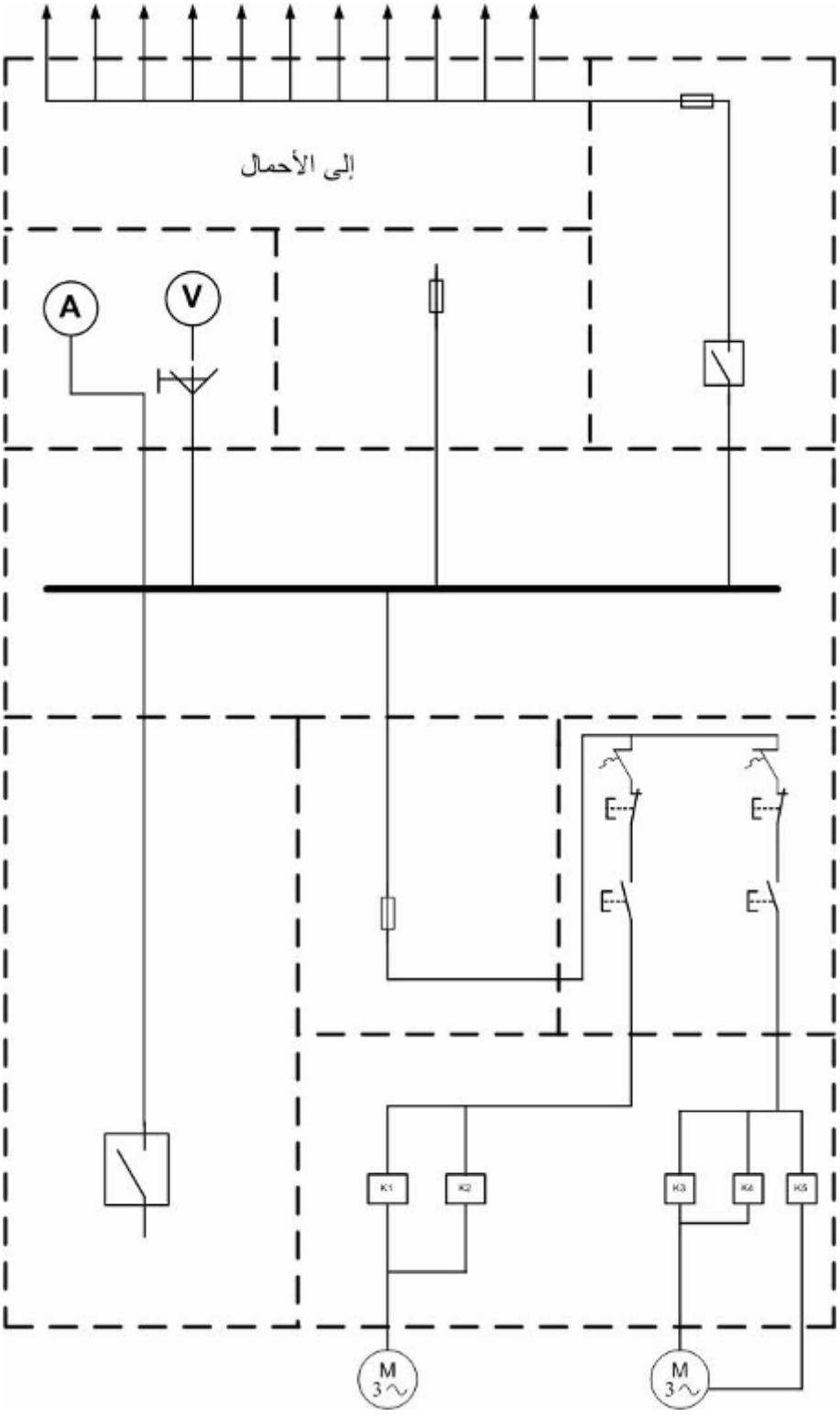
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

٢- ٦ رسم المخططات التنفيذية للتوصيلات الكهربائية :

تعتبر الدوائر التنفيذية للوحات التوزيع والتحكم من أهم الأمور التي تتم العناية بها من قبل شركات التصنيع ، بحيث تكمن أهميتها في تأدية الهدف المطلوب منها على الوجه الأمثل وفي حالة حدوث أي خطأ في تصميم أو تنفيذ الدوائر التنفيذية قد يؤدي إلى تلف مكونات اللوحات فضلاً عن دوائر الحماية والموصلات والمعدات الموجودة بمنطقة العمل ، ومن هنا سيتم في هذا البند أخذ بعض الأمثلة التوضيحية على لوحة التوزيع التي سيتم التعامل معها في الوحدة الثالثة من هذه الحقيبة . وقبل البداية في عمل الدوائر التنفيذية يجب معرفة ما الأحمال والتي ستقوم لوحة التوزيع بتغذيتها كما سبق شرحه في بند التصميم والتخطيط ولمزيد من التوضيح انظر الشكل التالي :

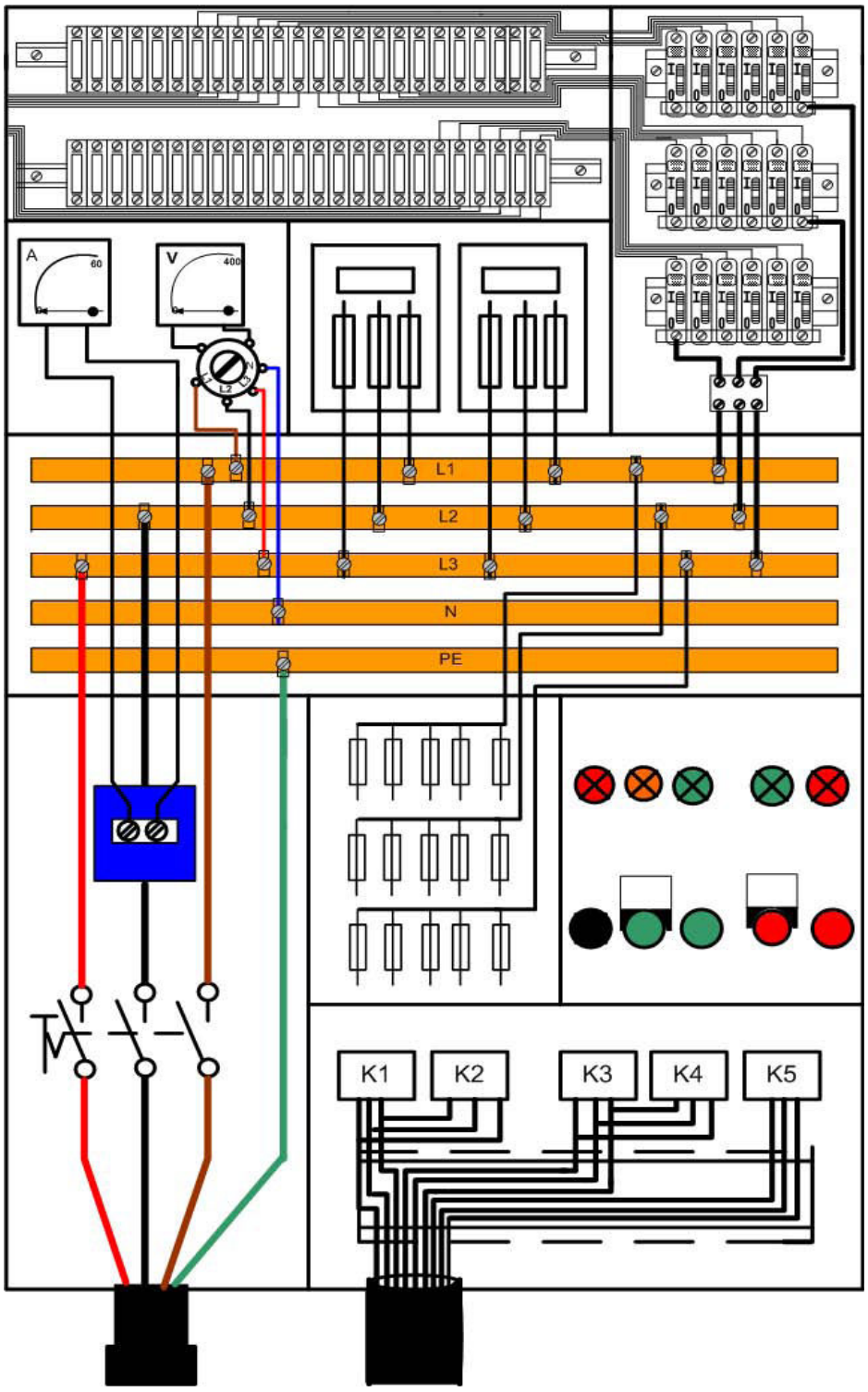


شكل (٢- ٨) التخطيط العام للوحة توزيع جهد منخفض



شكل (٢- ٩) رسم مخطط وجه واحد للتوزيع المقترح للوحة التوزيع

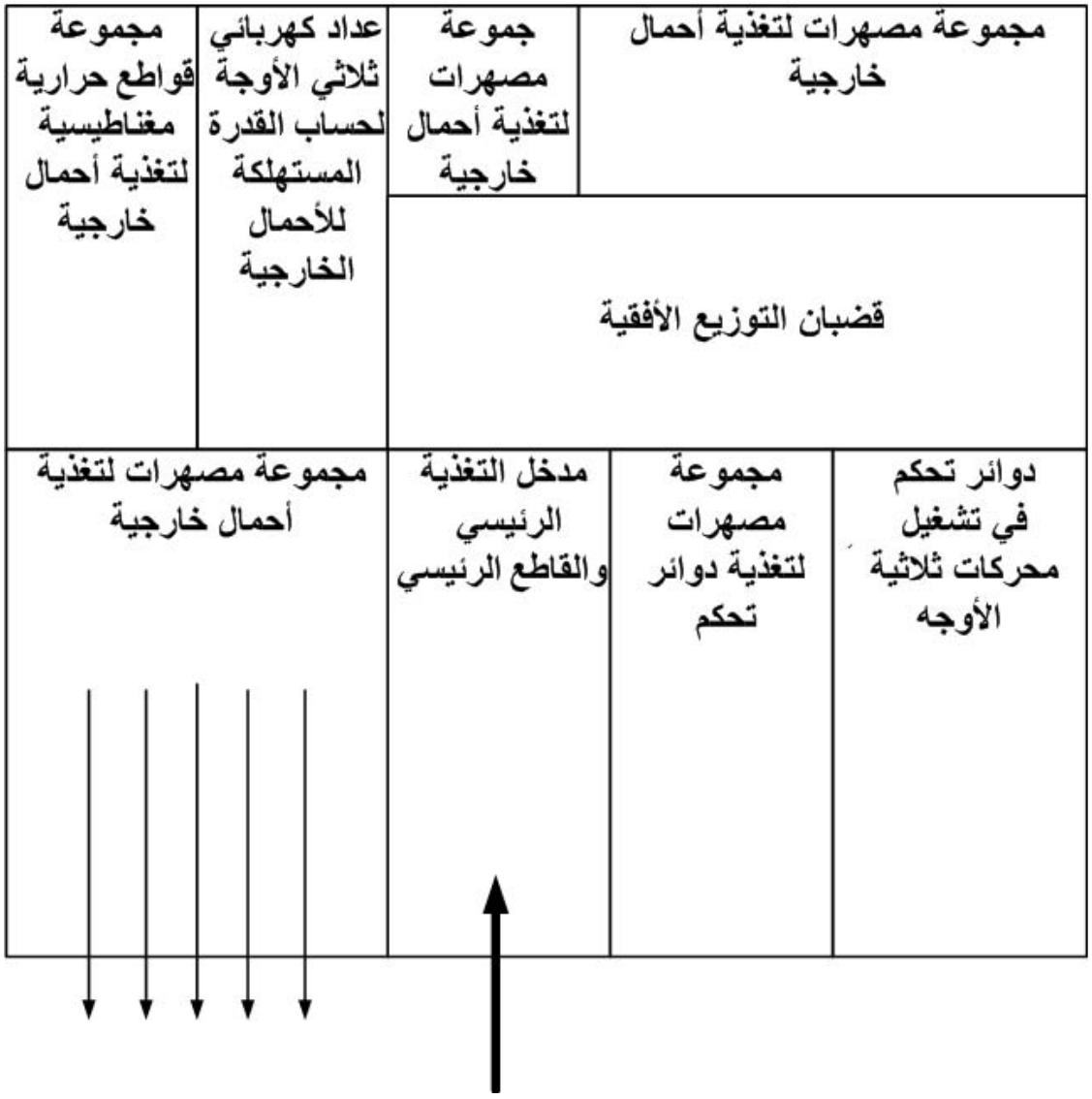
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل (٢- ١٠) الدوائر الداخلية للوحة توزيع

نشاط فصلي : أنظر الشكل التالي الذي يوضح مخططاً عاماً للوحة توزيع وقم برسم دائرة الوجه الواحد ، ومن ثم عمل الدائرة التنفيذية .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



شكل (٢- ١١) مخطط عام للوحة توزيع

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر