التحكم الكهربائي الصناعي و الآلي

تأليف

محمد صبحي المصري

ماجستير في هندسة العلوم الكهربائية

مراجعة المهندس

سليم فوأد تكريتي

الجزء الأول

1994

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

التحكم الكهربائي الصناعي و الآلي

تأليف

محمد صبحي المصري

ماجستير في هندسة العلوم الكهربائية

مراجعة المهندس

سليم فوأاد تكريتي

الجزء الأول

1994

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

تقديم

يعتبر كتـاب التحكـم الكهربـائي الصنـاعي والآلي ذا أهميـة في الـمجالات التعليميـة والتطبيقيـة الـمهنية، ويحتوي هذا الكتاب على ثـمانية فصول والتي يتبيّـن من خلالها احتوائه علـى الأسـس الأوليـة لتصميـم دارات التحكم العملية للـمحركات ابتداءً من شرح مكوناتها الأساسية وانتهاءً بشرح طريقة عمل دارات أكثر تعقيداً بحيث يمكن للقارئ أن يرى أن هذا الكتاب هو الانطلاقة الأولى له في مجال التحكم الـمهني .

يصلح هذا الكتاب لطلاب الـمعاهد الـمتوسطة الفنية، والـمعاهد الوسطى العـائدة للتعليـم العـالي ومرجعـاً للـمهندس والـممارس والـمهندس التطبيقي .

إن هذا الكتاب يضيف لبنة جديدة إلى مكتبتنا العربية .

والـلـه نسأله أن يوفق جميع الـمخلصين والـمهتمين في تقديم العلـوم الهندسـية والـمهنية باللغـة العربيـة إلى مافيه خير هذه الأمة فهو الـموفق وهو من وراء القصد .

الأستاذ الدكتورالمهندس أحمد عمر يوسف

مدير المركز العربي

للتعريب والترجمة والتأليف والنشر بدمشق (الاليكسو)

وأستاذ الهندسة الكهربائية في جامعة دمشق

1994/4/1

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

المقدمة

بعد الاطلاع على العديد من الكتب والمراجع والنشرات الفنية لمختلف الشركات العالمية ، وبعد البحث في المكتبات عن كتاب فني في التحكم الكهربائي الصناعي والآلي باللغة العربية، فإنني أستطيع القول إن هذا الكتاب هو من أوائل الكتب التي تحتوي على التطبيقات العملية والعلمية في مجال التحكم. يخدم هذا الكتاب العمل المهني على كافة مستوياته ، فهو ضروري للمهندس الكهربائي في الجامعة ، وللفني في المعاهد وللهاوي والحرفي ولكل من يعمل في مجال الكهرباء.

يتناول الفصل الأول شرحاً مفصلاً لترميز الدارات الكهربائية مع بيان الرموز والمصطلحات التي تم اختيارها وفق النظم الدولية DIN و IEC . وفي الفصلين الثاني والثالث بحث الفاصمة ومحدداتها ومنحنيات علاقة الزمن/التيار وجداول اختيارها والقواطع المزودة بفواصم. يتضمن الفصل الرابع بحثاً موسّعاً عن الكونتاكتور وأجزائه وصيانته وطريقة اختياره ومن ثم استخدامه في دارات التحكم مع بيان الدارات العملية لطريقة توصيله وشرح مراحل عمل هذه الدارات . وقد تم شرح أنواع الحواكم مع شيء من التفصيل عن مبادئ عملها وتوصيلها في الفصل الخامس.

في الفصل السادس بحث موسع عن طرق إقلاع المحركات التحريضية ودارات الاستطاعة والتحكم لكل طريقة مع شرح مفصّل لمراحل عمل الدارة ، كما يتضمن تنظيم سرعة المحركات بنوعيها (ذات القفص السنجابي وذات الدائر الملفوف) ، وفي نهاية الفصل بعض الأمثلة التصميمية العملية مع شرح مفصّل لدارات التحكم.

يحتوي الفصل السابع على طرق وصل المقاييس الكهربائية مع دارات التحكم مثل مقياس الفولت والأمبير والتردد والاستطاعة .... وكيفية استخدام لمبات الإشارة في دارات التحكم. أما أجهزة حماية المحركات مثل الحماية ضد زيادة الحمولة الحرارية وضد انقطاع طور واستخدام الثيرمستر PTC فقد وردت في الفصل الثامن.

بالإضافة إلى بعض الجداول الهامة التي وردت في الفصول السابقة في أماكنها المناسبة ، هناك جداول عامة وُضعت في نهاية الكتاب مثل جداول زمر التشغيل ودرجة الحماية والنظم الدولية وغيرها ...

ولايخفى على أحد الصعوبة في ترجمة المعلومات الفنية من مصادر مختلفة إلى اللغة العربية وخاصة في مجال الكهرباء نظراً لعدم توفّرقاموس يشمل المصطلحات اللازمة ، وقد تم الاجتهاد قدر المستطاع لتطابق كلمة المصطلح العلمي باللغة العربية مع الكلمة المتداولة فنياً بحيث يمكن ربط المصطلحات مع بعضها البعض وبشكل يتوافق مع النشرات الفنية التي ترد مع التجهيزات الكهربائية لدارات التحكم والاستطاعة. راجياً أن يسهم هذا العمل في إغناء مكتبتنا العربية وأن يكون عوناً للزملاء المهندسين والفنيين والحرفيين في كافة المجالات التطبيقية.

وإني أتقدم بالشكر الجزيل إلى كل من ساهم وأعطى لإنجاح هذا العمل المتواضع .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الفهرس

1 – المقدمة 5

الفصل الأول : ترميز الدرارات الكهربائية MARKING OF ELECTRIC CIRCUITS

1– مقدمة 11

2– ترميز النهايات : 2–1– التماسات الرئيسية 13

2–2– التماسات المساعدة الأساسية

2–3– التماسات المساعدة الإضافية

3– ترميز الوشائع 15

4– المخططات الرمزية : 4–1– مخطط دارة الاستطاعة 15

4–2– مخطط دارة التحكم

5– الرموز والمصطلحات المستخدمة 16

الفصل الثاني : الفواصم FUSES

1– مقدمة 21

2– زمرة التشغيل :2–1 – فواصم الزمرة gL 22

2–2– فواصم الزمرة aM

3– الحجم الفيزيائي للفاصمة : 3–1– الفواصم ذات الشفرة 22

3–2– الفواصم الأسطوانية المنزلية

3–3– الفواصم الأسطوانية الصناعية

4– منحنيات الزمن/التيار – جداول اختيار الفاصمة 26

5 – التمييز 29

الفصل الثالث : قواطع العزل ISOLATORS

1– مقدمة 31

2– قواطع العزل المزوّدة بفواصم 31

3– ربط قاطع عزل مع كونتاكتور مع حاكمة زيادة حمولة حرارية 33

الفصل الرابع : الكونتاكتور THE CONTACTOR

1– مقدمة 35

2– أجزاء الكونتاكتور : 2–1– المغناطيس الكهربائي 39

2–2– الوشيعة

2–3– الأقطاب

2–4– التماسات المساعدة

3– العوامل التي تؤثر على اهتراء تماسات الكونتاكتور : 41

3–1– هبوط الجهد في خطوط التغذية

3–2– هبوط الجهد في دارة التحكم

3–3– اهتزاز تماسات التحكم

3–4– فشل الوصل في الحالة العابرة

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

4- صيانة الكونتاكتور : 4-1- النواة الكهرمغناطيسية 43
4-2- الوشيعة
4-3- الأقطاب
4-4- التماسات المساعدة
5- اختيار الكونتاكتور : 5-1- اختيار الكونتاكتور لدارات التسخين 45
5-2- اختيار الكونتاكتور لدارات التحكم بالإنارة
5-3- اختيار الكونتاكتور لتشغيل ابتدائي محول
5-4- اختيار الكونتاكتور لربط مكثفات تحسين عامل الاستطاعة
5-5- اختيار الكونتاكتور للمحركات التحريضية
5-6- اختيار الكونتاكتور لقصر مقاومات الدائر
5-7- اختيار الكونتاكتور للتشغيل على التيار المستمر
6- استخدام الكونتاكتور في دارات التحكم : 48
6-1- التحكم يدويا باستخدام كبسة ذات نابض إرجاع
6-2- التحكم الآلي أو اليدوي باستخدام مفتاح اختيار بثلاث وضعيات
6-3- التحكم عن بعد باستخدام كبستين لكل منهما نابض إرجاع
6-4- التحكم عن بعد باستخدام عدة كبسات ذات نوابض ارجاع
6-5- التحكم عن بعد بالتشغيل المستمر أو خطوة خطوة
6-6- قَفْلُ كبسة الإقلاع
7- استخدام كونتاكتورين في دارات التحكم : 51
7-1- التحكم باستخدام مفتاح ذي ثلاث وضعيات
7-2- التحكم باستخدام مفاتيح نهاية شوط
7-3- التحكم باستخدام كبسات ذات نابض إرجاع
7-4- التحكم باستخدام كبسات ذات نابض إرجاع وقواطع نهاية شوط
8- استخدام الكونتاكتور في تبديل مصدر التغذية : 8-1- إنارة الطوارئ 53
8-2- تبديل مصدر التغذية الأساسية يدوياً
8-3- تبديل مصدر التغذية الأساسية آلياً

الفصل الخامس : الحاكمة RELAY

1- مقدمة 57
2- أجزاء الحاكمة : 2-1- المغناطيس الكهربائي 57
2-2- التماسات
3- أنواع الحواكم : 3-1- حاكمة زيادة الحمولة الحرارية **Thermal Overload Relay** : 58
1ً - مبدأ عملها
2ً - وصل الحاكمة مع كونتاكتور
3ً - وصل الحاكمة مع إضافة فواصم
3-2- حاكمة الثيرمستور **PTC** :
1ً - أجزاء الحاكمة
2ً - أنواع الحواكم
3-3- الحاكمة المغناطيسية الحرارية **Thermal Magnetic Relay** :

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

1ً – مبدأ عملها على التيار المتناوب
2ً – مبدأ عملها على التيار المستمر
3ً – وصل الحاكمة مع كونتاكتور
3–4– حاكمة زيادة التيار الكهرمغناطيسية
Electromagnetic Overcurrent Relay
1ً – أجزاؤها
2ً – مبدأ عملها
3ً – توليفها
4ً – وصل الحاكمة مع كونتاكتور
3–5– الحاكمة الزمنية Time Relay
3–6– الحاكمة النبضية (التلربتور) Impulse Relay
3–7– حواكم القياس Measuring Relays

الفصل السادس : المحركات الكهربائية ELECTRIC MOTORS

1– مقدمة 71
2– المحرك التحريضي ثلاثي الطور : 2–1– أجزاء المحرك الرئيسية 71
2–2– مبدأ تشتغيل المحرك التحريضي
3– طرق إقلاع المحركات التحريضية : 73
3–1– إقلاع المحركات ذات القفص السنجابي
1ً – الإقــلاع بالتوصيل المباشــر على الشبكة
2ً – الإقلاع بالتوصيل المباشر على الشبكة .D.O.L مع عكس جهة الدوران
3ً – الإقلاع بتوصيلة نجمي – دلتا Y ←Δ
4ً – الإقلاع بتوصيلة نجمي – دلتا Y ←Δ مع عكس جهة الدوران
5ً – الإقلاع بتخفيض الجهد المطبّق
3–2– إقلاع المحرك ذي الدائر الملفوف باستخدام مقاومات
1ً – الإقلاع على ثلاث مراحل
2ً – الإقلاع على أربع مراحل
4– تنظيم سرعة المحركات التحريضية :..... 92
4–1– تنظيم سرعة المحركات ذات القفص السنجابي
1ً – التنظيم بتغيير تردد المنبع f
2ً – التنظيم بتغيير عدد الأقطاب
3ً – التنظيم باستخدام محركات ثنائية الملفات
4–2– تنظيم سرعة المحركات ذات الدائر الملفوف
5– أمثلة تصميمية DESIGN EXAMPLES 105

الفصل السابع : متممات دارة التحكم CONTROL CIRCUIT COMPLEMENTS

1– مقدمة 117
2– مقياس الأمبير: 2–1– التوصيل التسلسلي 117
2–2– التوصيل التفرعي
2–3– التوصيل مع محوّل تيار

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

3- مقياس التردد 118
4- مقياس عامل الاستطاعة 118
5- مقياس الاستطاعة 118
6- مقياس التيار باستخدام مبدلّة أطوار 119
7- مقياس الفولت باستخدام مبدلّة أطوار 120
8- استخدام لمبات الإشارة 120
9- التحذير الصوتي مع كبسة إعادة الى حالة الراحة Reset 121
10- استخدام الضوء المتقطع Flasher 121
11- تغذية دارات التحكم : 11-1- عن طريق محولات 122
11-2- عن طريق مقوّم DC
12- البطاريات المستخدمة في لوحات التحكم: 12-1- أنواع البطاريات 124
12-2- توصيل البطاريات

الفصل الثامن : أجهزة الحماية PROTECTION DEVICES

1- مقدمة 127
2- الحماية باستخدام حاكمة زيادة الحمولة الحرارية 127
3- الحماية باستخدام حاكمة حرارية مغناطيسية 127
4- الحماية باستخدام حاكمة كهرمغناطيسية أحادية على كل طور 128
5- الحماية باستخدام حاكمة ضد انقطاع طور 129
6- الحماية باستخدام مجس مزدوجة حرارية 129
7- الحماية باستخدام مجس مزدوجة حرارية مع حاكمة تحكم 130
8- الحماية باستخدام مجس ثيرمستر PTC 130
9- حماية المحركات ذات العطالة الكبيرة 131

*** الملحقات ANNEXES**

1- زمرة التشغيل Duty Category 134
2- درجة الحماية Index of Protection IP 136
3- جدول اختيار أجهزة الحماية 138
4- جدول النظم الدولية المستخدمة في دول العالـ 139
5- جدول وحدات القياس الدولية 140
6- جدول قيم تيار الحمل الكامل للمحركات 142
7- الاسعافات الأولية للمصاب بصدمة كهربائية 143

*** المراجع REFERENCES** 144

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الفصل الأول

ترميز الدارات الكهربائية

MARKING OF ELECTRIC CIRCUITS

1- مقدمة :

إن ترميز أجهزة مكوّنات الدارات الكهربائية يُسهم إسهاماً كبيراً في توفير الوقت اللازم لإعداد المخططات الرمزية وتنفيذها ، ويساعد في كشف الأعطال والصيانة والتنفيذ ، كما أن هذا الرمز يجب أن يظهر على كافة الوثائق المتعلقة بالدارة مثل المخططات ، وتعليمات التشغيل، وقائمة القطع التبديلية وغيرها. ويرمز للجهاز (أو الأداة) بحرف أو حرفين أبجديين يتبعهما أو بينهما رقم عددي. وتؤخذ الأحرف الأبجدية بحسب نوع الجهاز ووظيفته من جدولي الترميز النوعي والوظيفي التاليين :

جدول ترميز وظيفة الأجهزة الكهربائية حسب الأنظمة العالمية DIN و IEC

حرف الترميز	العمل الوظيفي	حرف الترميز	العمل الوظيفي
A	وظيفة مساعدة ، وظيفة إيقاف	M	عمل رئيسي
B	اتجاه الحركة (أمام ،وراء ، أعلى ، أسفل مع أو عكس عقارب الساعة)	N	قياس
		P	تناسبي
C	عدّاد ، تعداد	Q	الحالة (إقلاع ، توقف، نهاية)
D	مفاضلة	R	Reset ،إعادة الى حالة الراحة
E	جهاز في حالة تشغيل "on"	S	تسجيل ،تخزين
F	حماية	T	توقيت ،تأخير
G	فحص	V	سرعة (تسارع، فرملة)
H	بيان	W	إضافة
J	تكامل	X	مضاعفة
K	التقدم على دفعات	Y	تمثيلي
L	ترميز الناقل	Z	رقمي

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

جدول ترميز نوعية الأجهزة والأدوات المستخدمة في الدارات الكهربائية حسب الأنظمة العالمية DIN و IEC

حرف الترميز	نوع الجهاز	أمثلة
A	مجموعات ،نصف مجموعات	خزائن ،مضخات مغناطيسية ،هياكل ،منظمات سرعة ...
B	أدوات تحويل قيم غير كهربائية إلى قيم كهربائية أو العكس	حساسات كهرحرارية ،خلايا كهرضوئية ،ميكرفونات، مجاهير صوت ، مفتاح ضغط ...
C	مكثفات	
D	عناصر تأخير زمني أو تخزين ذاكرة	مؤقتات ،مسجلات ، أدوات حجز إشارة ....
E	متنوعات	أجهزة إنارة، تدفئة، أجهزة غير مذكورة في هذه القائمة
F	أجهزة أمان	فواصم أجهزة فصل حرارية أومغناطيسية، حواكم حماية ...
G	مولدات ، وحدات تغذية قدرة	مولدات دوارة،بطاريات،أجهزةشحن مبدلات تردد دوارة...
H	أجهزة اعلام	أجهزة بيان انارة سمعية وبصرية
K	كونتاكتورات وحواكم	يستخدم KM للكونتاكتورات أو الحواكم الاساسية KA للكونتاكتورات أو الحواكم المساعدة
L	أجهزة تحريض	وشيعة تحريض
M	محركات	
N	مضخمات ،منظمات	تجهيزات التحكم التمثيلي ، تنظيم الحاسوب وتقنيته .
P	مقاييس ، أجهزة فحص	عدادات قياس ،أجهزة بيان ، مرسلات نبضية
Q	مفتاح قدرة(للربط الميكانيكي لدارات الطاقة)	قواطع دارة ، مفاتيح فصل ،مفاتيح حماية محركات ...
R	مقاومات	تفرعية ، متغيرة ،مقاومات قياس فرق كمون...
S	مفاتيح، مبدلات اختيار (للربط الميكانيكي لدارات التحكم)	مفاتيح تحكم ،كبسات ضغط ،مفاتيح اختيار دوارة
T	محوّلات	محولات تيار ،محولات توتر
U	معدلات ، محولات قيم كهربائية إلى قيم كهربائية أخرى	وحدات ترميز ،معدلات تردد ،محولات توتر (تيار)
V	أنصاف نواقل ، صمامات	ديودات ،ترانزستورات ،ثايرستورات ، ترياك ، صمامات إلكترونية .
W	نواقل ،هوائيات ، مسارات إرسال	أسلاك ، كابلات ، باسبارات ، ديبول ،هوائيات على شكل قطع ناقص ..
X	نهايات ، قوابس ، مأخذ	مجسات فحص ،مآخذ ،نهايات فحص ، صفائح لحام ...
Y	أدوات ميكانيكية تعمل كهربائياً	صمامات ضغط هوائية ،مغانط فرملة ، ربط ...
Z	فلاتر ، أحمال تصحيح	شبكة توازن

وفي معظم الحالات يتم الترميز كما يبين المثال التالي :

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

K 3 M 2

K الحرف الاول يدل على نوع الجهاز أو الأداة (في المثال كونتاكتور) .

3 العدد يدل على أن هذه الأداة تابعة للمحرك رقم 3 أو الدارة رقم 3 ، ويهمل هذا العدد في حالة وجود دارة وحيدة أو محرّك وحيد .

M الحرف الثاني يدل على وظيفة الجهاز (وظيفة رئيسية) .

العدد 2 يدل على رقم الأداة وهو هنا الكونتاكتور الثاني الرئيسي .

إذن الرمز **K3M2** يعني الكونتاكتور الرئيسي رقم (2) التابع للمحرك أو الدارة رقم (3) ويُكتب هذا الرمز على يسار أداة التحكم في التمثيل الشاقولي ، أما في التمثيل الأفقي فيكتب في أسفله ويكون أقرب مايمكن له .

2- ترميز النهايات :

تُكتب الرموز على نهايات التوصيل أو على الصفحة المعدنية للجهاز ، وتستخدم رموز أبجدية رقمية لكل نوع من أنواع التماسات التي قد تكون رئيسية ، أومساعدة ، أولحظية ، أو تماسات ذات تأخير زمني .

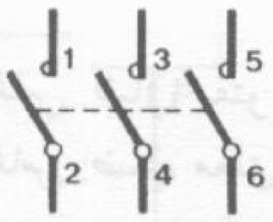
2-1 التماسات الرئيسية :

تُرقّم نهايات التماسات الرئيسية (الأقطاب) للكونتاكتورات وحواكم زيادة الحمولة وقواطع السكين برقم وحيد بحيث تكون الأرقام الفردية من الجهة العلوية ، ويتم الترقيم من الأعلى إلى الأسفل ومن اليسار إلى اليمين، وتستخدم الأرقام :

من 1 إلى 6 من أجل ثلاثة أقطاب

من 1 إلى 8 من أجل أربعة أقطاب

من 1 إلى 9 و 0 من أجل خمسة أقطاب



ثلاثة أقطاب

2-2 التماسات المساعدة الأساسية :

تُرقّم نهايات التماسات في دارات التحكم برقمين ، ويبيّن الرقم الأول رقم ترتيب التماس أو المكان الفيزيائي على الجهاز ، ويأخذ غالباً أحد الأرقام من 1 إلى 4 (الترقيم من اليسار إلى اليمين ابتداءً من الصف الأول)، ويستخدم عادة الرقمان 0 و 9 لتماسات حواكم زيادة الحمولة الحرارية ، أما الرقم الثاني فيبين طبيعة عمل التماس كما يلي :

1 و 2 N/C تماس مغلق

3 و 4 N/O تماس مفتوح

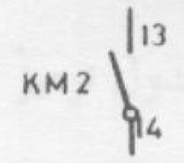
5 و 6 N/C تماس مغلق ذو طبيعة عمل خاصة (تأخير زمني ، زيادة حمولة ، تغيير وضع ، ...)

7 و 8 N/O تماس مفتوح ذو طبيعة عمل خاصة (تأخير زمني ، زيادة حمولة ، تغيير وضع ، ...)

تُكتب أرقام النهايات للتماسات على اليمين في التمثيل الشاقولي ، أما في التمثيل الأفقي فتكتب في الأعلى .

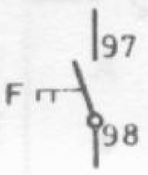
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

أمثلة :

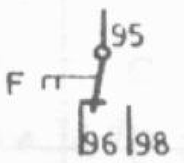


تماس مفتوح N/O

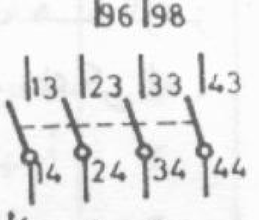
تماس زيادة حمل كهرحراري N/C



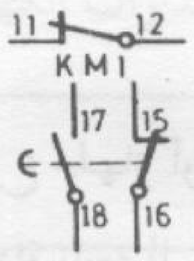
تماس زيادة حمل كهرحراري N/O



تماس حراري قلاب



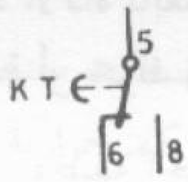
تماسات مساعدة أساسية مفتوحة N/O



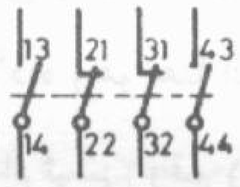
تماس مغلق N/C

17—18 تماس N/C مع تأخير زمني في الإغلاق

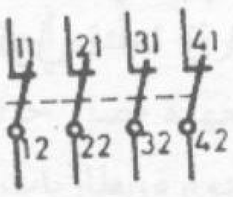
15—16 تماس N/C مع تأخير زمني في الفتح



تماس قلاب بمواصفات المثال السابق



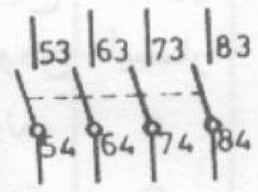
تماسات مساعدة أساسية مغلقة N/C ومفتوحة N/O



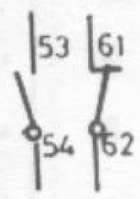
تماسات مساعدة أساسية مغلقة N/C

2—3— التماسات المساعدة الإضافية :

تدعو الحاجة الفنية أحياناً إلى إضافة بعض التماسات للكونتاكتور، وتكون هذه التماسات على قطعة مستقلة تربط ميكانيكياً مع محور حركة الكونتاكتور، وقد تكون تماسات مغلقة N/C أو مفتوحة N/O أو كليهما معاً، وفي هذه الحالات يكون الرقم اليساري للتماس 5 أو 6 أ و 7 أو 8 كما في الأمثلة التالية :

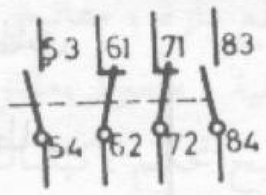


مجموعة تماسات إضافية مفتوحة

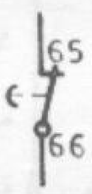


53-54 تماس إضافي مفتوح N/O

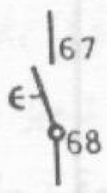
61-62 تماس إضافي مغلق N/C



مجموعة تماسات إضافية مختلطة



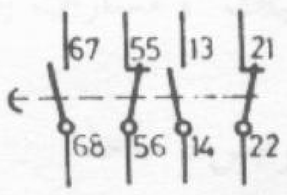
تماس إضافي زمني مغلق N/C



تماس إضافي زمني مفتوح N/O

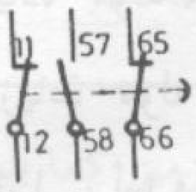
أمثلة على التماسات الأساسية والإضافية :

التماسان 67-68 و 55-56 يبدلان وضعيتهما بعد الزمن المولف عليه المؤقت energizing



التماسان 14-13 و 22-21 يبدلان وضعيتهما طول مدة تطبيق التوتر على ملف الحاكمة ولا علاقة لهما بالزمن

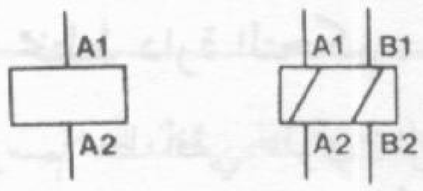
التماسان 57-58 و 65-66 يبدلان وضعيتهما فور تطبيق التوتر على ملف الحاكمة ثم يعودان إلى وضعيتهما الأساسية بعد مرور الزمن المولف de-energizing



التماس 12-11 يبدل وضعيته طول مدة تطبيق التوتر على ملف الحاكمة ولا علاقة له بالزمن .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

3- ترميز الوشائع :

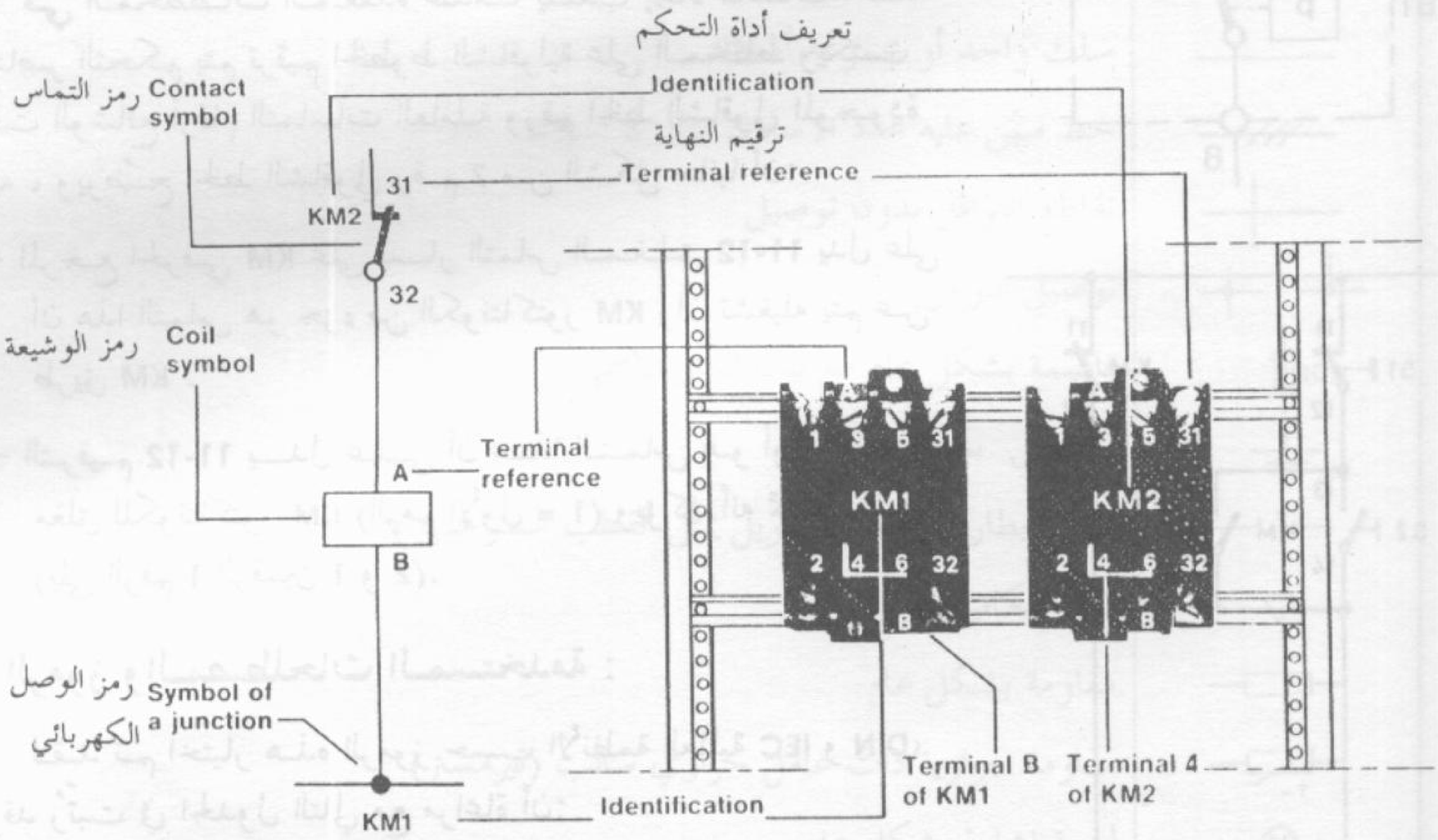


وشيعة مزدوجة وشيعة أحادية

ترمّز الوشائع بحرف يتبعه رقم ، فالكونتاكتور أحادي الوشيعة يرمز لوشيعته بالرمز **A1 A2** أو **AB** أما عندما يكون له وشيعة ذات ملفين فيرمز لها كما هو موضح جانباً .

4- المخططات الرمزية :

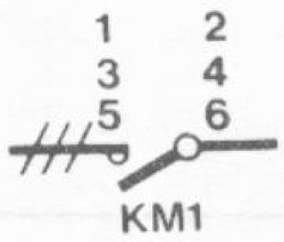
تُصمم هذه المخططات للمساعدة في فهم الدارات وتشغيل التجهيزات وتسهيل التوصيل وتحديد الأعطال عند الحاجة ، وإن الأجزاء المختلفة لكلٍ جهاز (وشيعة ، تماسات رئيسية ، تماسات مساعدة ...) لاتظهر على المخططات كما هي متوضعة فيزيائياً بالواقع ، إنما تظهر منفصلة عن بعضها لضرورة فهم عملها بوضوح كما في الشكل التالي :



ويجب رسم مخططين منفصلين للّوحة الكهربائية وهما :

4-1 مخطط دارة الاستطاعة :

تُمثَّل خطوط التغذية في هذه الدارة بشكل أفقي في الجزء العلوي من المخطط، بينما تُمثَّل المحركات والأحمال الأخرى بشكل شاقولي متصل مع خطوط التغذية ، وتُمثّل الدارة إما بخطوط أحادية في الحالات البسيطة (الإقلاع بالربط المباشر على الخط DOL) ، أو بخطوط ثلاثية من أجل حالات معقدة (الإقلاع بسرعتين ، إقلاع Y ← Δ .....) ، ويُرسم في التمثيل الأحادي على الناقل خطان مائلان من أجل دارة أحادية الطور وثلاثة خطوط من أجل دارة ثلاثية الطور ، ويمكن حساب مقطع الكابل المغذي من المواصفات الفنية للحمل.



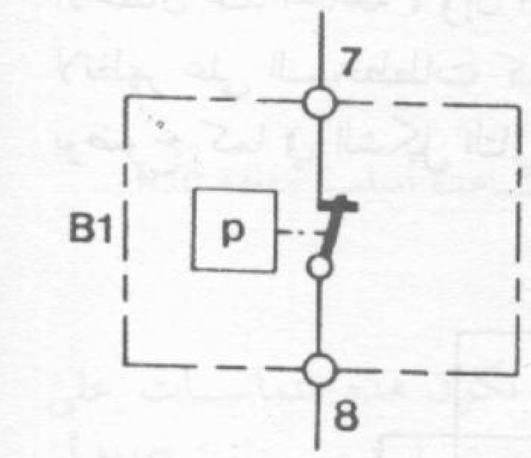
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

4-2 مخطط دارة التحكم :

يُرسم خط أفقي علوي يمثل أحد الأطوار، وخط أفقي سفلي يمثل الحيادي، وتُرسم رموز وشائع الكونتاكتورات والحواكم وأجهزة التحكم الأخرى بالترتيب نفسه (إن أمكن) الذي سيمر به التيار أثناء التتابع الطبيعي للتشغيل .

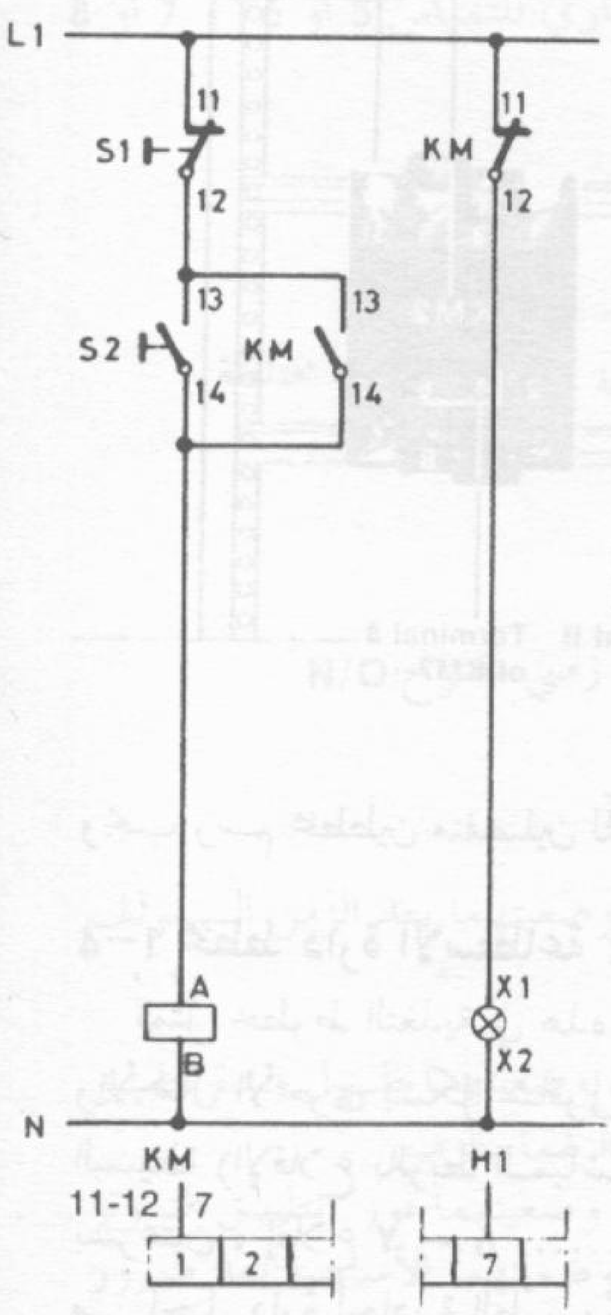
إن وشائع الكونتاكتورات والحواكم ومختلف أحمال دارة التحكم وأضواء القيادة وغيرها .... توصل مباشرة مع خط الحيادي العام ، أما الأجزاء الأخرى مثل التماسات المساعدة وأدوات التحكم الأخرى (كبسات التشغيل والإيقاف،قواطع نهاية الشوط...)

فتظهر في أعلى الوشيعة العاملة أو الحمل، ويفضّل رسم الأجهزة الخارجية داخل خطوط متقطعة ليسهل على المنفذ معرفة عدد الخطوط اللازمة للتشغيل كما هوموضح بالشكل .



في المخططات المعقّدة عندما يصعب إيجاد تماسات أحد عناصر التحكم يتم ترقيم الخطوط الشاقولية على المخطط ويكتب تحت الوشائع أرقام التماسات العاملة ورقم الخط الشاقولي الموجودة فيه ، ويوضّح الخط الشاقولي رقم 7 من الشكل جانباً أن:

- المرجع الحرفي KM على يسار التماس المغلق 12-11 يدل على أن هذا التماس هو جزء من الكونتاكتور KM وان تشغيله يتم عن طريق KM .
- الترقيم 12-11 يدل على أن هذا التماس هو أول تماس مغلق للكونتاكتور KM (الرقم الأول = 1) ويؤكد أنه تماس مغلق (يلي الرقم 1 الرقمين 1 و 2).



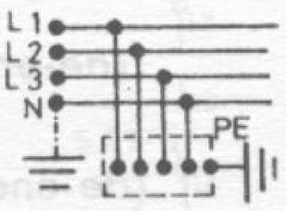
5- الرموز والمصطلحات المستخدمة :

لقد تم اختيار هذه الرموز حسب الأنظمة العالمية IEC و DIN، وقد رُتّبت في الجدول التالي مع مراعاة أن:

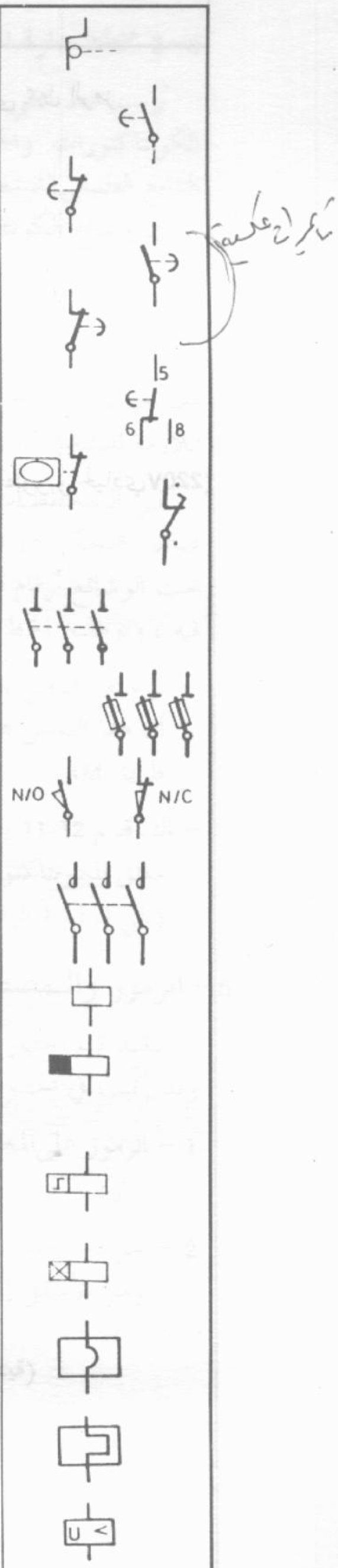
1 - الرموز على المخططات تبين دائماً وضعية الراحة (حالة عدم مرور تيار) .

2 - حركة التماسات أثناء تبديل وضعيتها هي من اليسار إلى اليمين ومن الأسفل إلى الأعلى .

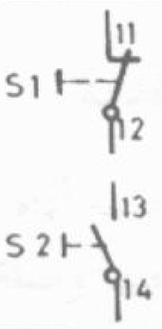
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الرمز	شـــــرح الرمـز
~	تيار أو توتر متناوب بشكل عام ويكتب التردد عند الضرورة على يمين الرمز مثل 50Hz ~
	L1 الطور رقم 1 (سابقاً R) L2 الطور رقم 2 (سابقاً S) L3 الطور رقم 3 (سابقاً T) N الحيادي PE الأرضي
m ~ fu	تيار متناوب بعدد أطوار m وتردد f وتوترu
3N~50Hz 380V	تيار متناوب ثلاثي مع سلك حيادي، 380V،50Hz (التوتر بين الطور والحيادي220V)
	سلك واحد أو مجموعة أسلاك
	خط مبيّن عليه عدد الأسلاك مثال 3 أسلاك
	تقاطع النواقل بدون توصيل
	توصيل النواقل
10A	فاصمة بشكل عام مع بيان التيار الاسمي
	تأريض بشكل عام .
	خلايا بطارية (الخط الطويل يمثل القطب الموجب)
	قفل ميكانيكي
	مقاومة بشكل عام
-t	مقاومة حرارية ذات عامل حراري سالب (ثيرمستر)
	لمبة إشارة بشكل عام
	محول ذاتي
	تماس مفتوح ويسمى أيضاً تماس مساعد
	تماس مغلق ويسمى أيضاً تماس عكسي
	تماس تبديل (قلاب) ذو ثلاث وضعيات (الوضعية الوسطى حيادية)
	تماس تبديل (قلاب) ذو وضعيتين
F	تماس فصل زيادة حمل كهرحراري

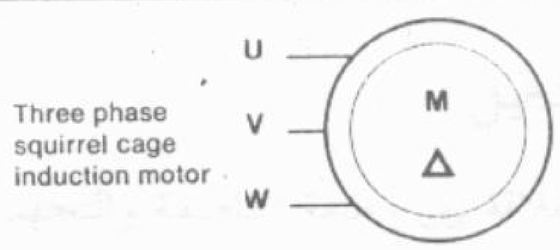
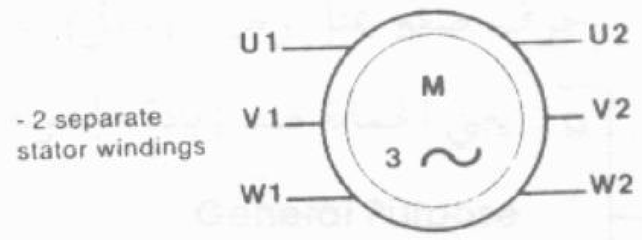
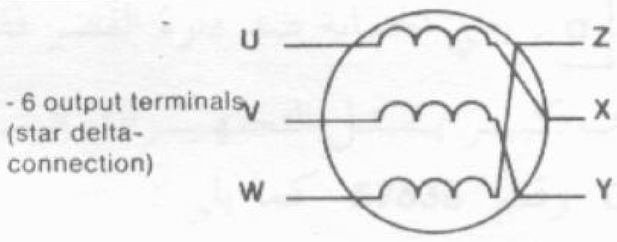
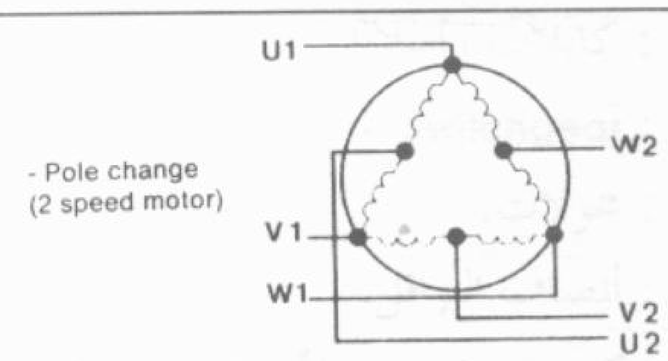
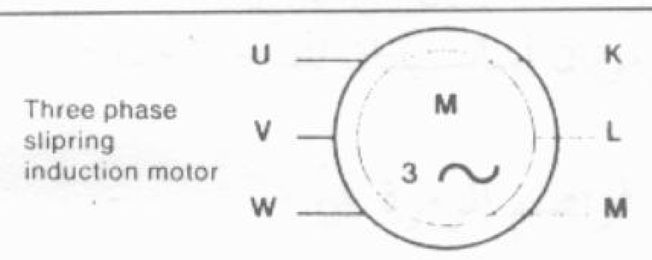
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

	مفتاح تحكم عن طريق cam ذراع
	تماس مفتوح مع تأخير زمني في الإغلاق (عند مرور تيار energizing)
	تماس مغلق مع تأخير زمني في الفتح (عند مرور تيار energizing)
	تماس مفتوح مع تأخير زمني في الفتح (عند انعدام التيار de-energizing)
	تماس مغلق مع تأخير زمني في الإغلاق (عند انعدام التيار de-energizing)
	تماس قلاب لـمؤقت زمني
	تماس يعمل عند منسوب سائل معيّن
	تماس N/C يعمل بعد عمل كافة التماسات التابعة للجهاز نفسه (أو الأداة)
	قاطع يدوي ثلاثي
	قاطع يدوي ثلاثي مع فواصم
	قاطع نهاية شوط N/O : مفتوح في حالة الراحة N/C : مغلق في حالة الراحة
	كونتاكتور
	وشيعة تشغيل بشكل عام ، مثال: وشيعة حاكمة أو كونتاكتور
	وشيعة مؤقت زمني يبدل وضعية تماساته فور تطبيق التوتر عليه ثم يعود لوضعية الراحة بعد فترة التوليف
	وشيعة حاكمة نبضية (تلربتور)
	وشيعة مؤقت زمني يبدل وضعية تماسه بعد الزمن المولّف عليه
	وشيعة مغناطيسية للحماية ضد زيادة التيار
	وشيعة حرارية للحماية ضد زيادة التيار
	وشيعة انخفاض توتر

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

	كبسة إيقاف **Stop** ذات نابض إرجاع كبسة إقلاع **Start** ذات نابض إرجاع

رموز المحركات الكهربائية ELECTRIC ROTATING MACHINES :

	محرك تحريضي ثلاثي ذو قفص سنجابي
	محرك تحريضي ثلاثي ذو نوعين من الملفات المستقلة عن بعضها
	محرك تحريضي ثلاثي بست نهايات توصيل Y ← Δ
	محرك تحريضي ثلاثي ذو سرعتين بتغيير عدد الأقطاب
	محرك تحريضي ثلاثي ذو حلقات انزلاق

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الفصل الثاني

الفواصم FUSES

1- مقدمة :

الفاصمة أداة من أدوات الحماية للدارات الكهربائية ضد أعطال القِصر وضد زيادة الحمولة، إذ يوجد بين طرفيها وصلة سلكية تنصهر بارتفاع درجة الحرارة الناتج عن ازدياد قيمة التيار عن الحد المسموح به وفق منحنٍ خاص. والفواصم ذات مواصفات وأشكال وقياسات مختلفة تناسب نوع الحمل المراد حمايته وقيمة، وتمتاز بكونها بسيطة ورخيصة الثمن وذات حجم صغير وتتحمل استطاعة قصرعالية بوثوقية تامة.

وتعرّف الفاصمة بثلاث محددات وهي : زمرة التشغيل، و منحنيات الزمن/التيار التي تعمل عليها الفاصمة، وحجمها الفيزيائي. وفيما يلي شرحٌ لهذه المحددات :

2- زمرة التشغيل :

وهي تمثل العلاقة بين وظيفة الفاصمة والتجهيزات المراد حمايتها، وتُعرّف زمرة التشغيل بحرفين:

حرف صغير يمثل وظيفة (عمل) الفاصمة فمثلاً :

g : يعني الحماية ضد زيادة الحمولة ودارة القصر وهذه فواصم متعددة الأغراض.

General Purpose

a : يعني الحماية ضد دارة القصر فقط.

حرف كبير يمثل التجهيزات المراد حمايتها وتعرف حسب الأنظمة VDE رقم 0636 و DIN رقم 57636 كما يلي :

L : كابلات وأسلاك .

M : Switchgear كل مايتعلق بتجهيزات الوصل والفصل.

T : محولات.

R : أنصاف النواقل.

ولدى تركيب حرفين من الأحرف المذكورة يتضح أن هناك أنواعاً متعددة من زمر التشغيل للفواصم إلاّ أنه يوجد زمرتان أساسيتان للفواصم هما :

2-1- فواصم الزمرة gL :

وهي فواصم عامة تستخدم لحماية الخطوط (الكابلات والأسلاك) وتسمى فواصم توزيع، وتؤمّن حماية عالية ضد دارات القِصر وضد زيادة الحمولة للدارات ذات الحمل الثابت (لاتتعرض لذروة تحميل). مثل دارات التسخين والإنارة ، كما يمكن استخدامها في دارات المحركات كحماية إضافية Back up حيث توصل على التسلسل من جهة التغذية لحماية أجهزة التشغيل Switchgear مثل الكونتاكتورات

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

والقواطع الآلية ذات استطاعة القطع الصغيرة، وحواكم المزدوجة الحرارية، فتفصل عندما يتجاوز تيار القِصر استطاعة القطع للقاطع.

2–2 فواصم الزمرة aM :

وهي تؤمّن الحماية ضد تيار القِصر فقط للدارات التي تتعرض لذروة تحميل مثل المحركات التحريضية، ويكون تجاوب هذه الفواصم سريعاً جداً ضمن مجال تيار القِصر. بينما يكون تجاوبها بحالة زيادة الحمولة بطيئاً، ويجب أن لاتعمل هذه الفواصم بشكل دائم على تيار يتراوح ضمن المجال (1 إلى 4) × التيار الاسمي، لأن زيادة الحمولة الدائمة تفقد خصائص منحني الفاصمة، مما قد يؤدي إلى عدم الاستجابة أثناء دارة القصر .

3– الحجم الفيزيائي للفاصمة :

تُصنّف الفواصم حسب حجمها إلى :

3–1 الفواصم ذات الشفرة

3–2 الفواصم الأسطوانية المنزلية : الزجاجية ، الخزفية

3–3 الفواصم الصناعية

3–1 الفواصم ذات الشفرة :

وهي ذات استطاعة قطع عالية وتجهز عادة بمؤشر للدلالة على حالة عمل الفاصمة وتتوفر في ستة أحجام وفق الجدول التالي :

الفواصم ذات الشفرة

type aM (motor rated)

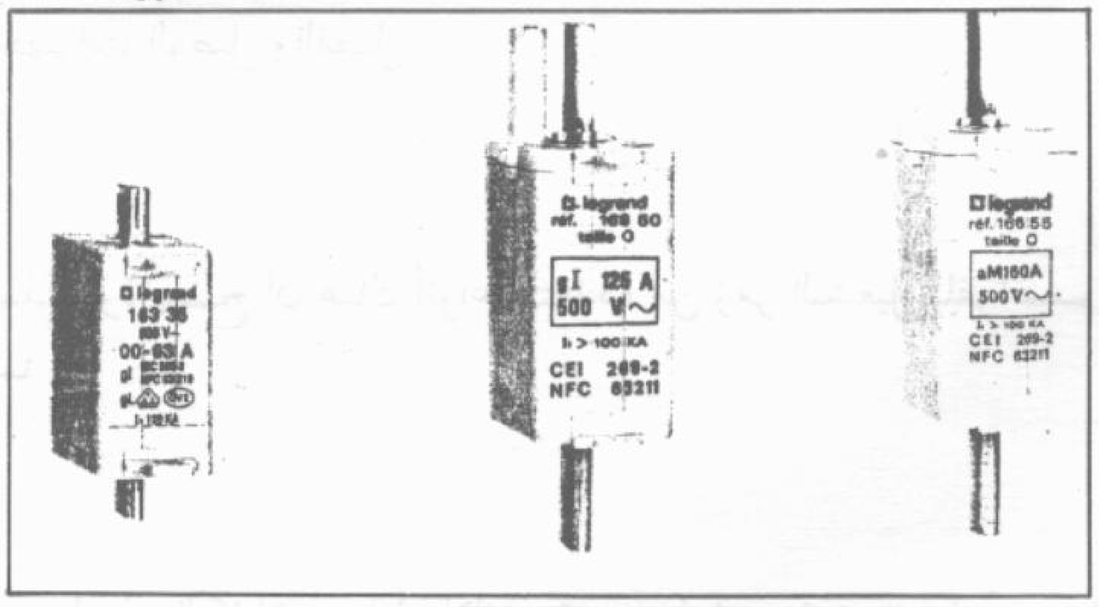
Conform to NF C 60 200-63 210/211 - IEC 269-1 and 269-2

Fully insulated end plates and handle lugs

Rating (Amps)	Voltage ~ (Volts)	Rupture capacity (Amps)
Size 00		
16	500	100 000
20		
25		
32		
36		
40		
50		
63		
80		
100		
125	400	
Size 0		
40	500	100 000
50		
63		
80		
100		
125		
160		
Size 1		
80	500	100 000
100		
125		
160		
200		
250		
Size 2		
125	500	100 000
160		
200		
250		
315		
400		
Size 3		
500	500	100 000
630		
Size 4		
630	500	100 000
800		
1 000	400	
1 250		

. . . .

blade type cartridge fuses
NH type



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

3–2 الفواصم الأسطوانية الـمنزلية :

وهي على نوعين :

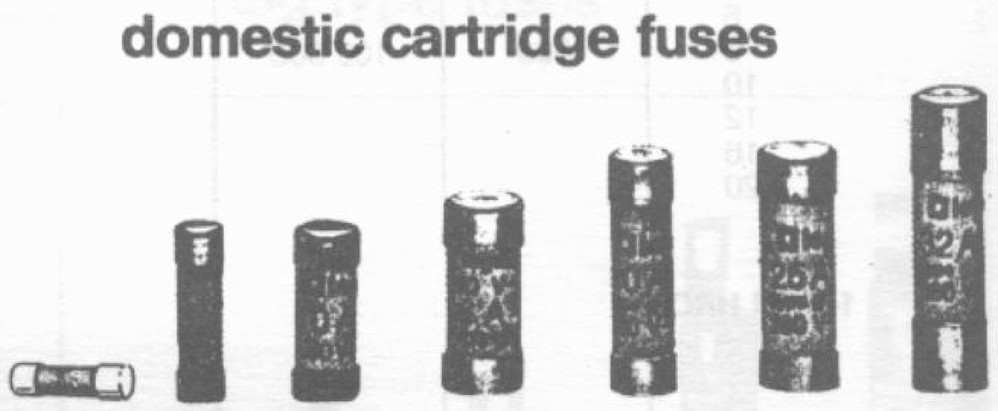
1ً – الفواصم الزجاجية :

وهي ذات حجم 20 × 5 وسريعة التجاوب ومنها مليء بالرمل أو بدون رمل وتستخدم في وحدات إنارة الطوارئ والديمرز وغيرها .

2ً – الفواصم الأسطوانية الخزفية :

يُبيّن الجدول جانباً حجم هذه الفواصم والـمعلومات الفنية الأخرى وذلك حسب النظام **NFC61201** .

الفواصم الخزفية الـمنزلية



cylindrical

Conform to Standard NFC 61 201

Rating (Amps)	Voltage ~ (Volts)	Rupture capacity (Amps)
6.3 x 23		
2 4 6 10 (Overrated)	250	6 000
8.5 x 23		
2 4 6 10	250	6 000
10.3 x 25.8		
6 10 16	250	6 000
8.5 x 31.5		
0.5 1 2 4 6 8 10 12 16 20	380	20 000
10.3 x 31.5		
16 20 25	380	20 000
10.3 x 38		
25 32	380	20 000

glass type 5 x 20

Sand filled, fast acting (except 102 02) .

For use with dimmers, Viking terminals and emergency lighting units

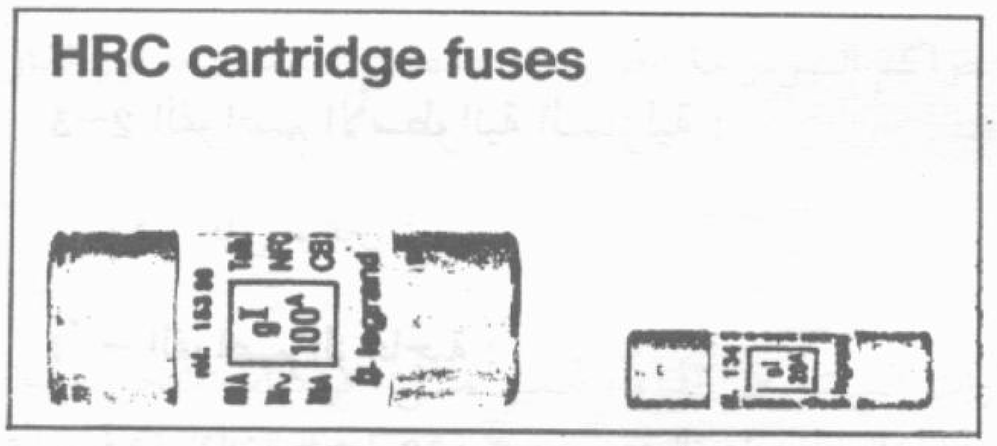
Rating (Amps)	Voltage ~ (Volts)	Rupture capacity (Amps)
0.2 0.5 1 1.25 1.6 2 3.15 5 6.3 10	250	1 000

3–3 الفواصم الأسطوانية الصناعية :

إن معظم هـــذه الفواصم هي ذات اســتطاعة قطع عاليـــة **High Rupturing Capacity HRC** ويتوفر منها **gl** و **aM** كما في الجداول التالية :

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

HRC cartridge fuses



cylindrical type gI

Conform to : NF C 60 200 - 63 210/211
IEC 269 - 1 and IEC 269-2

Rating (Amps)	Voltage ~ (Volts)	Rupture capacity (Amps)
10 x 38 HRC		
0.5		
1		
2		
4		
6		
8	500	100 000
10		
12		
16		
20		
14 x 51 HRC		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
16	500	100 000
20		
25		
32		
40		
50	400	
22 x 58 HRC		
4		
6		
8		
10		
12		
16	500	100 000
20		
25		
32		
40		
50		
63		
80		
100		
125	400	

(1) Conform to BS 1361 (1971).

cylindrical type aM (motor rated)

Rating (Amps)	Voltage ~ (Volts)	Rupture capacity (Amps)
8.5 x 31.5		
1		
2		
4	400	20 000
6		
8		
10		

Conform to NF C 60 200-63 210/211 - IEC 269-2

Rating (Amps)	Voltage ~ (Volts)	Rupture capacity (Amps)
10 x 38 HRC		
0.16		
0.25		
0.50		
1		
2		
4		
6	500	100 000
8		
10		
12		
16		
20	400	
14 x 51 HRC		
0.25		
0.60		
1		
2		
4		
6		
8		
10		
12	500	100 000
16		
20		
25		
32		
40		
45		
50	400	
22 x 58 HRC		
4		
6		
8		
10		
12		
16		
20		
25		
32	500	100 000
40		
50		
63		
80		
100		
100	400	
125	400	

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

يُبيّن الجدول التالي أبعاد هذه الفواصم مقدرة بالـ ملـم :

الحجم mm	A	B	C	D
8.5×31.5	8.5	31.5	6.3	
38×10	10.3	38	10	
51×14	14.3	51	13	7.5
58×22	22.2	58	16	7.5

كما تتوفر فواصم ذات ناعية مزودة بنهايتي تعليق وتكون هاتان النهايتان إما جانبيتين **Offset Tag Fuses** أو مركزيتين **Central Tag Fuses** وتصل استطاعة القطع لها إلى **80 KA** وتتوفر في أربعة أنواع، ويبين الجدول التالي التيارات الاسمية لمختلف النماذج :

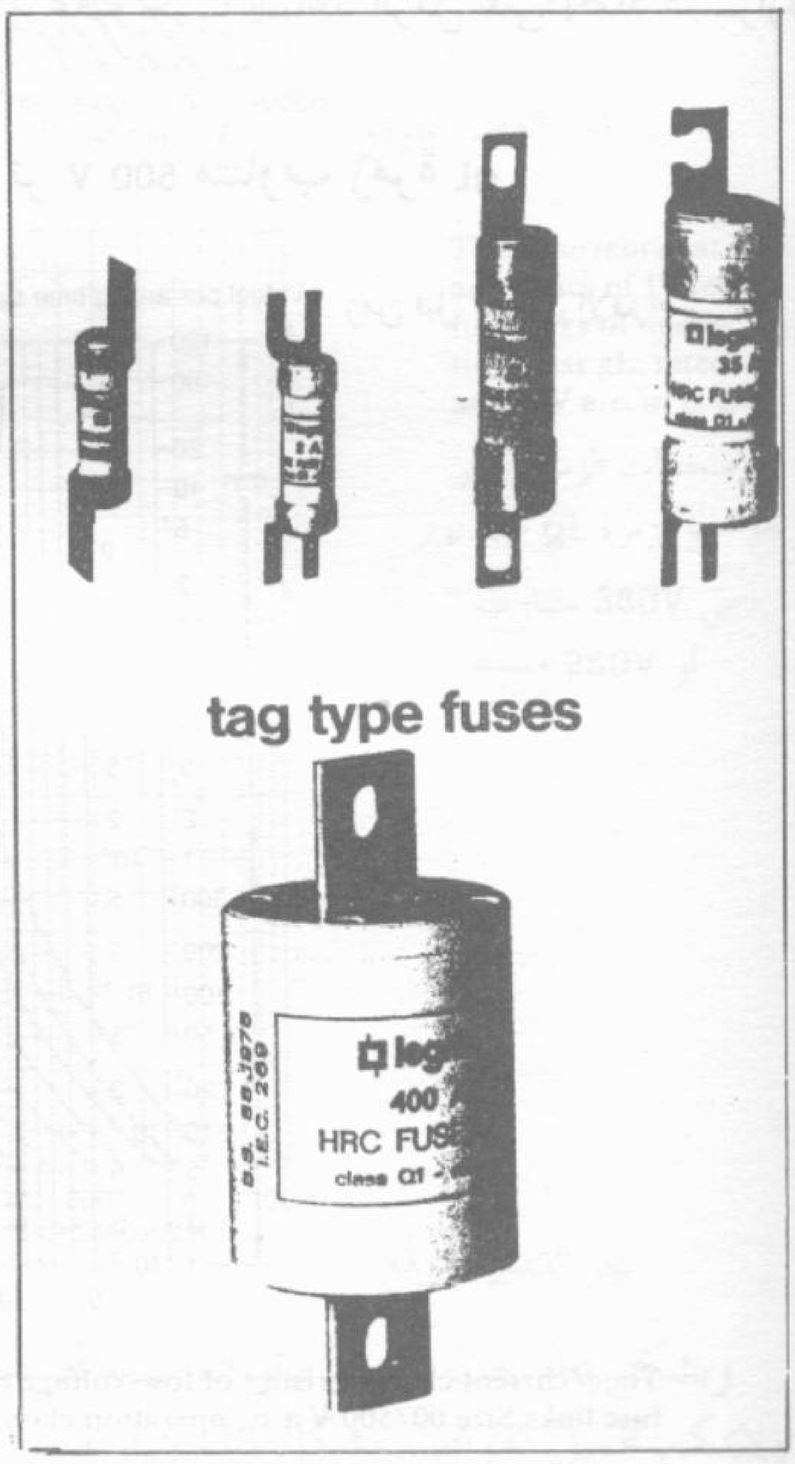
Offset Tag Fuses :

النموذج	A1	A2	A3	A4
التيار الاسمي [A]	2	2		
	4	4		
	6	6		
	10	10		
	16	16		
	20	20	35	
	32	25	40	
		32	50	80
			63	100

Central Tag Fuses

النموذج	B1	B2	B3	B4
التيار الاسمي [A]	40			
	50			
	63	125		
	80	160	250	355
	100	200	315	400

tag type fuses



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

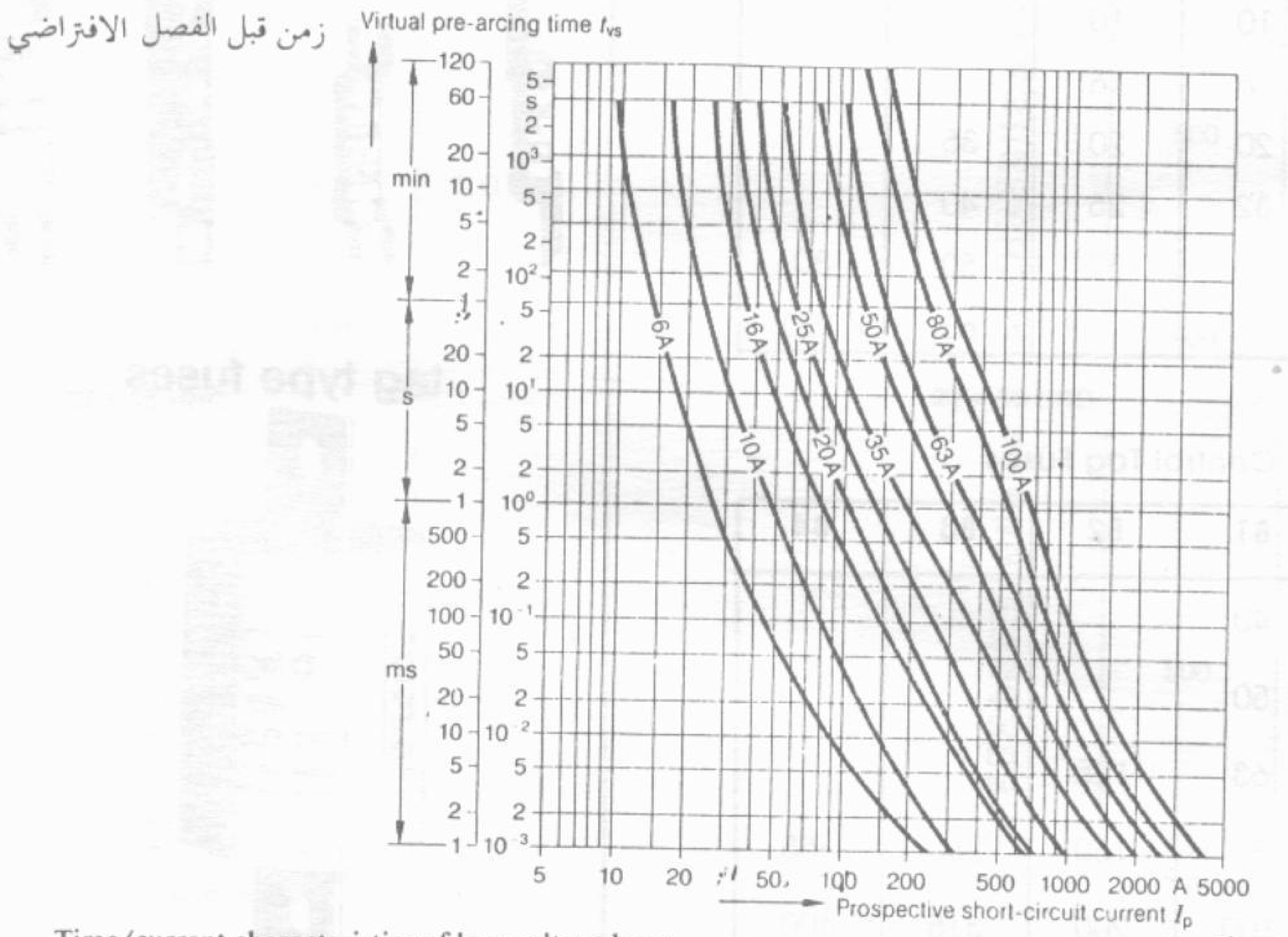
نستنتج أن الفاصمة يكتب عليها المحددات التالية:

المحددات	مثال لفاصمة مستخدمة في مركز تحويل صغير
– الحجم الفيزيائى	00
– نوعية الحماية aM أو gL	aM
– تيار الحمل	200 A
– توتر العزل الكهربائى	500 V
– تيار القصر	120 KA

4– منحنيات الزمن/التيار – جداول اختبار الفاصمة :

تصمم الفواصم لحماية الكابلات والاسلاك ضد الزيادة الكبيرة في الأحمال، فهي تقطع التيار بدءاً من أقل نقطة انصهار إلى قيمة تيار الفصل الاسمي، كما يمكن معرفة السلوك الوظيفي لها من خلال منحنيات الزمن/التيار (وهما الزمن والتيار اللذان تبدأ عندهما الفاصمة بالعمل) التي تمثل الزمن كتابع لتيار القصر بالقيم المتوسطة ، أي زمن الانصهار أو الزمن الذي مرّ قبل حدوث القوس الكهربائي عند درجة حرارة 20°C ، ويسمح نظام الـ VDE0636 بانحراف قيمة التيار بمقدار 10%±، وتتعلق مواصفات الفاصمة بوسط التخميد الذي يكون رملاً من السيلكا من أجل استطاعات قصر عالية حيث يساعد الرمل على إخماد الشرارة المتشكلة أثناء الانصهار ، وفيما يلي بعض هذه المنحنيات :

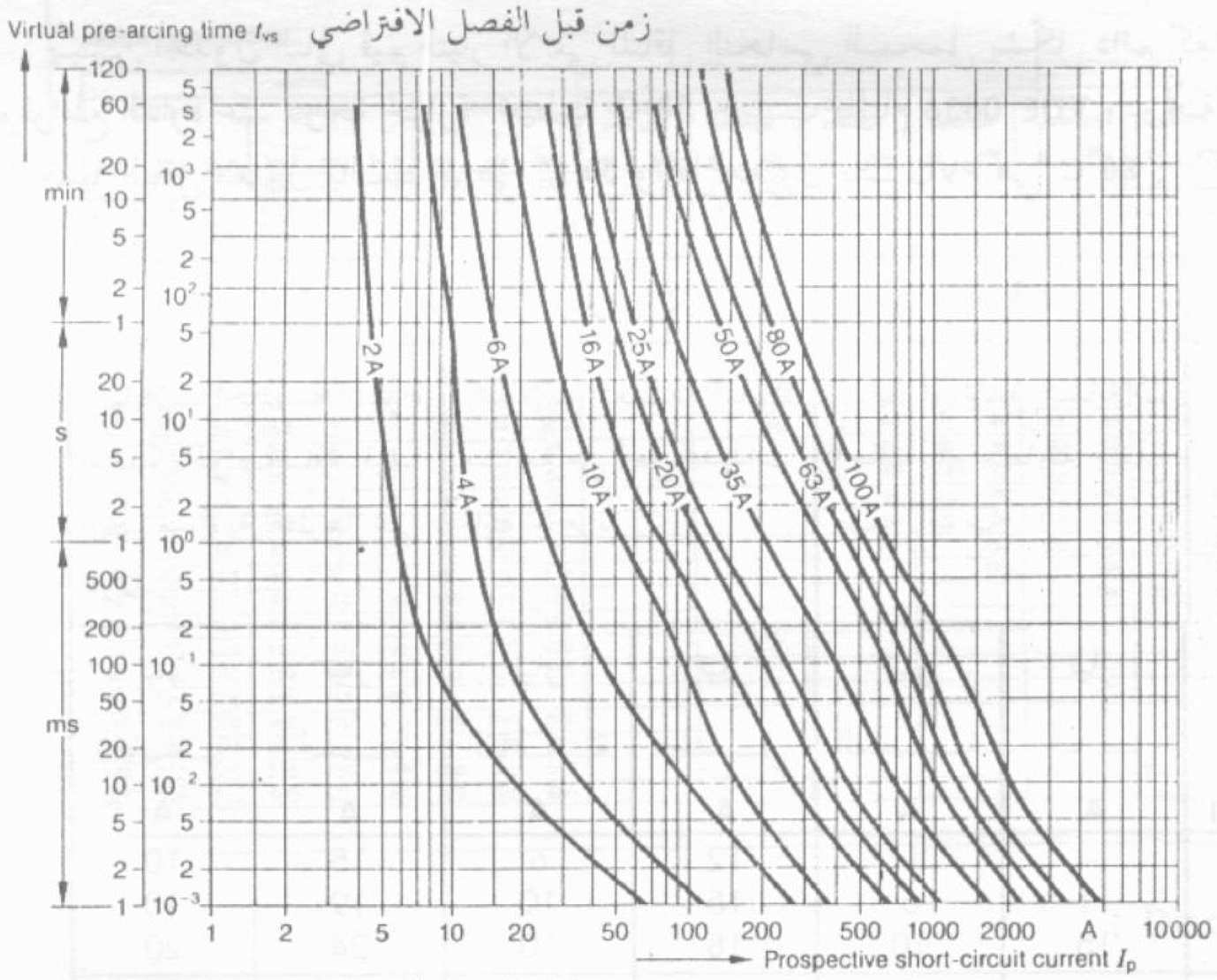
منحنيات الزمن/التيار لفاصمة h.r.c ذات حجم 00 توتر 500 V متناوب زمرة gL



Time/current characteristics of low-voltage h. r. c. fuse links Size 00/500 V a. c., operation class gL

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

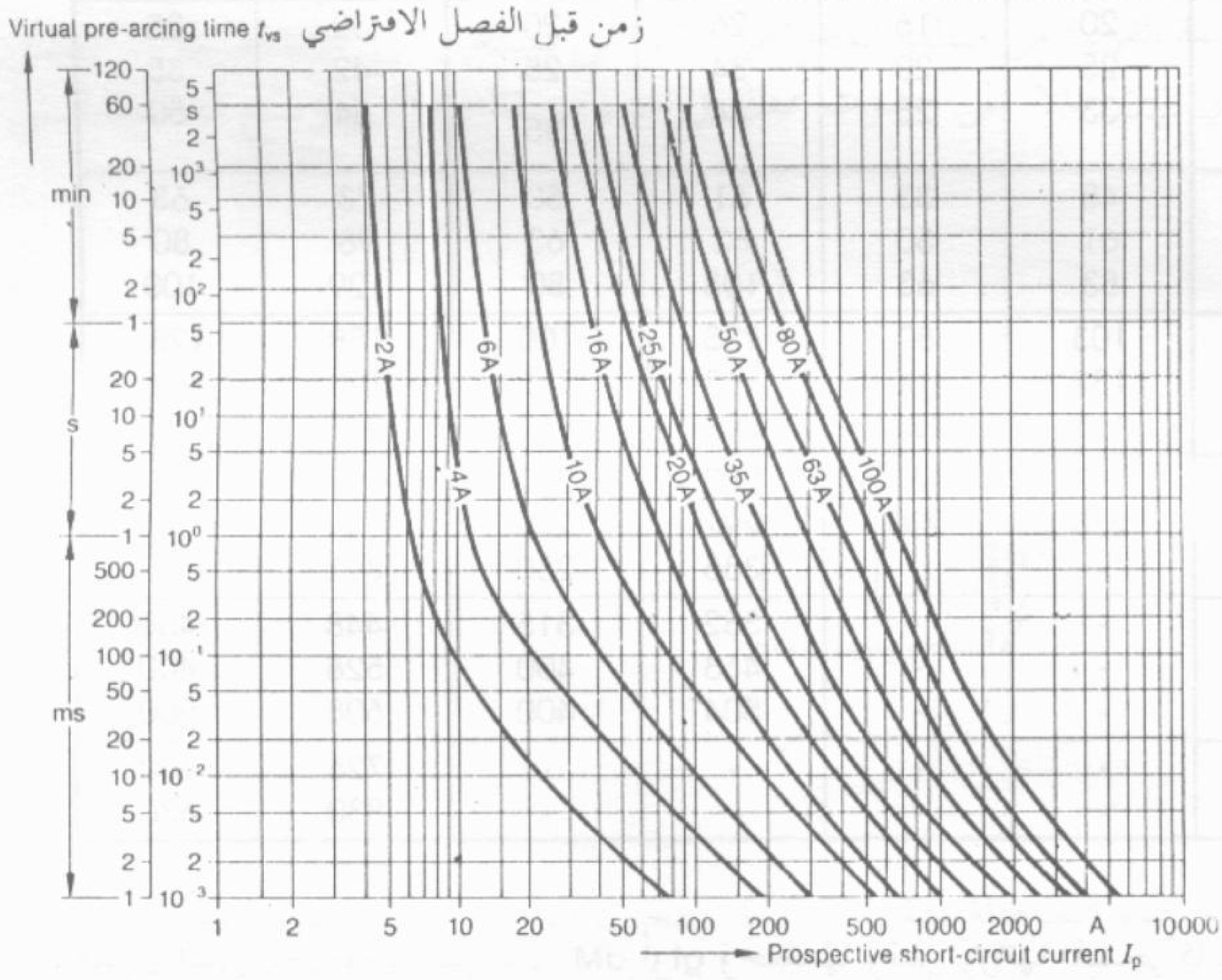
فمن الشكل السابق نلاحظ أن الفاصمة **6A** تتغير لحظة بدء عملها وفق قيمة التيار المار بها ورمن مروره فهي تبدأ بالانصهار عند تيار حمل **10A** بعد زمن معين قدره **60** دقيقة، كما أنها تبدأ بالانصهار عند تيار حمل **20A** بعد زمن مقداره **5** ثوان.



Time/current characteristics of NEOZED fuse links of operation class gL, rated at 380 V a.c. or 250 V d.c.

منحنيات الزمن التيار لفواصم الزمرة **gL** عند توتر اسمي **500V** متناوب أو مستمر

تيار القصر المتوقع



Time/current characteristics of DIAZED fuse links of operation class gL, rated at 500 V a.c. or d.c.

منحنيات الزمن/التيار لفواصم الزمرة **gL** عند توتر اسمي **380V** متناوب أو **250V** مستمر

تيار القصر المتوقّع

وبشكل عام يجب اختيار تيار الفاصمة أقل بقليل من قيمة تيار الحمل الكامل للدارة المراد حمايتها. ولايمكن تحميل الفواصم بشكل دائم بتيار أعلى من تيارها الاسمي، ويجب وضعها عند مدخل كل دارة وعند

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

كل نقطة يتغير فيها تيار الحمل أو تيار القصر مثل تغير مقطع الناقل أو تغير ظروف العمل له، كما يجب ملاحظة مقطع الناقل عند اختيار الفاصمة .

يُبين الجدول التالي قيم التيار الاسمي للناقل النحاسي المحمل بشكل دائم كعلاقة مع فواصم الخطوط وقواطع الدارة عند درجة حرارة محيطية 30°C حسب نظام VDE 0636 ودرجة الحرارة المسموحة أثناء التحميل لناقل معزول بالمطاط هي 60°C وناقل معزول بالـ PVC هي 80°C :

الزمرة 3		الزمرة 2		الزمرة 1		
كابلات أحادية النواة منفذة بالهواء بمسافة فيما بينها مساوية لقطرها على الأقل		كابلات متعددة النواة مسلحة من أجل تمديدات ثابتة أو مرنة		كابل أو عدة كابلات أحادية غير مسلحة منفذة ضمن أنبوب		مقطع الناقل النحاسي
تيار الفاصمة A	تيار الحمل A	تيار الفاصمة A	تيار الحمل A	تيار الفاصمة A	تيار الحمل A	[m m²]
10	15	6	12	-	-	0.75
10	19	10	15	6	11	1
20	24	10	18	10	15	1.5
25	32	20	26	16	20	2.5
35	42	25	34	20	25	4
50	54	35	44	25	33	6
63	73	50	61	35	45	10
80	98	63	82	50	61	16
100	129	80	108	63	83	25
125	158	100	135	80	103	35
160	198	125	168	100	132	50
200	245	160	207	125	165	70
250	292	200	250	160	197	95
315	344	250	292	200	235	120
315	391	250	335	-	-	150
400	448	315	382	-	-	185
400	528	400	453	-	-	240
500	608	400	504	-	-	300
630	726	-	-	-	-	400
630	830	-	-	-	-	500

الجدول التالي يبين نوعية الفواصم aM أوgI وحجمها وقيم تياراتها للمحركات التي تتراوح استطاعاتها بين 0.37 KW و 220 KW عند توترات مختلفة .

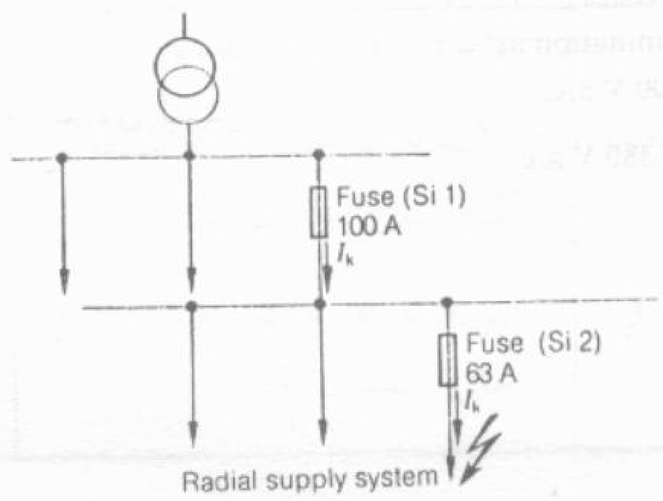
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

Motor-protection

motor									cartridges													
220 V tri			380 V tri			500 V tri			10 x 38 ratings		14 x 51 ratings		22 x 58 ratings		T. 00 ratings		T. 0 ratings		T. 1 ratings		T. 2 ratings		T. 3 ratings		T. 4 ratings	
kw	ch	In A	kw	ch	In A	kw	ch	In A	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM	gl	aM
			0.37	0.5	1.03	0.75	1	1.50	4	2	4	2														
0.37	0.5	1.8	0.75	1	2	1.5	2	2.6	6	4	6	4														
0.75	1	3.5	1.5	2	3.5	2.2	3	3.8	8	4	8	4	8	4		4										
1.1	1.5	4.4	2.2	3	5	3.7	5	5.9	12	6	12	6	12	6		6										
1.5	2.5	7	3	4	6.6	4	5.5	6.5	16	8	16	8	16	8	16	8										
2.2	3	8.7	4	5.5	8.5	5.5	7.5	9	20	10	20	10	20	10	20	10										
3	4	11.5	5.5	7.5	11.5	7.5	10	12		12	25	12	25	12	25	12										
4	5.5	14.3	7.5	10	15.5	11	15	18.4			32	20	32	20	32	20										
5.5	7.5	20	11	15	22	15	20	23			50	25	50	25	50	25										
7.5	10	27	15	20	30	18.5	25	28.5				32	50	32	50	32										
10	13.5	35	18.5	25	37	25	34	39.4				40	63	40	63	40	63	40								
11	15	39	22	30	44	30	40	45					80	50	80	50	80	50								
15	20	52	25	34	51	40	54	60					100	63	100	63	100	63								
18.5	25	64	30	40	60	45	60	65						80	125	80	125	80	125	80						
22	30	75	37	50	72	51	70	75						80	125	80	125	80	125	80	125					
25	35	85	45	60	85	63	109	89						100		100	160	100	160	100	160					
30	40	103	55	75	105	80	110	112								125		125	200	125	200	125				
45	60	147	75	100	138	110	150	158										160	250	160	250	160				
55	75	182	90	125	170	132	180	187												200	315	200				
75	100	239	110	150	205	160	220	220												250	400	250				
80	160	260	132	180	245	220	300	310														315				
90	125	295	160	218	300																	315				
110	150	356	200	270	370	250	340	360														400				
132	180	425	250	340	475	335	450	472															500			
160	218	520	315	430	584	450	610	608															630	630		
220	300	710	400	550	750	500	680	680																800		

5– التمييز Discrimination :

إن التمييز يعني أن الفاصمة القريبة من منطقة العطل هي فقط التي تستجيب في حالة حدوث العطل لفصل الحمل، والشكل التالي يبين مثالاً على حدوث عطل في جزء من نظام ما ، ويوضّح الفاصمة التي يجب أن تستجيب :

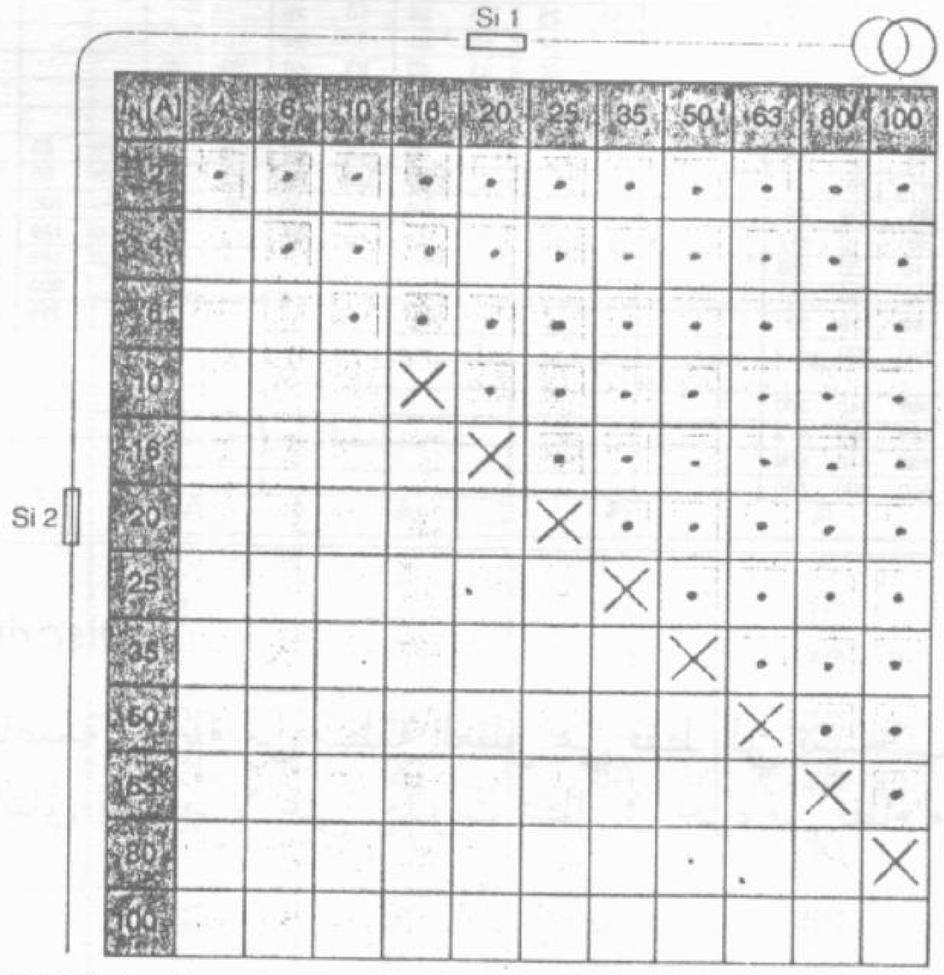


نظام تغذية شعاعي

ويكون التمييز محققاً بين الفواصم الموصلة تسلسلياً عندما تستجيب الفاصمة القريبة من العطل في حالة حدوث عطل ، بينما لاتستجيب الفواصم الأخرى بحيث أن أجزاء الشبكة غير المعطلة تبقى في حالة عمل .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

إن الفواصم ذات قيم التيارات المختلفة في الأنظمة الشعاعية يمكن التنسيق فيما بينها بمساعدة جدول التمييز، وفي حالة عدم توفر ذلك الجدول يمكن تحقيق التمييز بأخذ نسبة **1:1,6** (مثال **63:100A**) من أجل توتر **380V** حتى **500V**. وفي معظم الحالات يمكن أخذ نسبة تمييز **1.25** للشبكات التي يصل توترها إلى **380V** مثل **25A:35A** و **63A:80A** .



Discrimination at

• 500 V a.c.

× ≤380 V a.c.

جدول التمييز

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الفصـل الثالـث

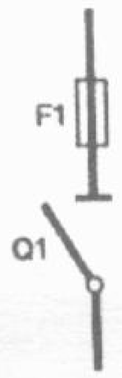
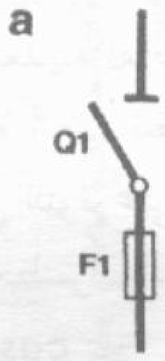
قواطع العزل ISOLATORS

1- مقدمة :

إن قواطع العزل عنصر حماية أساسي في دارات التحكم والاستطاعة ، فبواسطتها يتم فصل التغذية بآن واحد عن دارتي التحكم والاستطاعة، وبذلك يمكن فحص تجهيزات كلا الدارتين وصيانتها في حالة اللاحمل، كما أن القواطع المزودة بفواصم تؤمّن حماية للمحركات والتجهيزات وخطوط التغذية ضد دارات القِصر. وتجهز هذه القواطع عادة بتماسات اضافية تفتح أو تغلق بحسب حالة عمل القاطع ويمكن الاستفادة من هذه التماسات لنقل المعلومات إلى دارات تحكم أخرى.

2- قواطع العزل المزودة بفواصم :

هناك ثلاث طرق لتركيب الفاصمة مع قاطع العزل ، وفيما يلي خصائص كل طريقة :

c	b	a
		
- الفاصمة ضمن القاطع - يوجد حماية للأشخاص أثناء تبديل الفاصمة - يوجد حماية لقاطع العزل في حال حدوث قصر	- الفاصمة بجهة التغذية - لايوجد حماية للأشخاص أثناء تبديل الفاصمة - يوجد حماية لقاطع العزل في حال حدوث قصر	- الفاصمة بجهة الحمل - يوجد حماية للأشخاص أثناء تبديل الفاصمة - لايوجد حماية لقاطع العزل في حال حدوث قصر

يمكن التحكم بوضعية الفصل والوصل لهذه القواطع عن طريق تحريك ساعد مزود بها ويكون إما على اليمين أو على اليسار . وتتباعد التماسات بعضها عن بعضها الآخر في وضعية الفصل على مسافات نظامية مطابقة للأنظمة الدولية .

هذه القواطع متوفرة على شكل أحادية الطور أو ثنائية الطور مع حيادي، أو ثلاثية أو رباعية. وعند استخدام مثل هذه القواطع يتم فصل الدارة أثناء الحمل عن طريق الكونتاكتور الرئيسي قبل فصل القاطع.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

عندما تكون الحماية عن طريق الفواصم والحواكم الحرارية التفاضلية ، فإنّ عمل فاصمتين (انصهار الوصلة السلكية لهما) يؤدي الى توقف المحرك مباشرة ولكن الحاكمة لاتفصل مادام التيار لايمر بها، وتنشأ عن هذه الظاهرة حالتان :

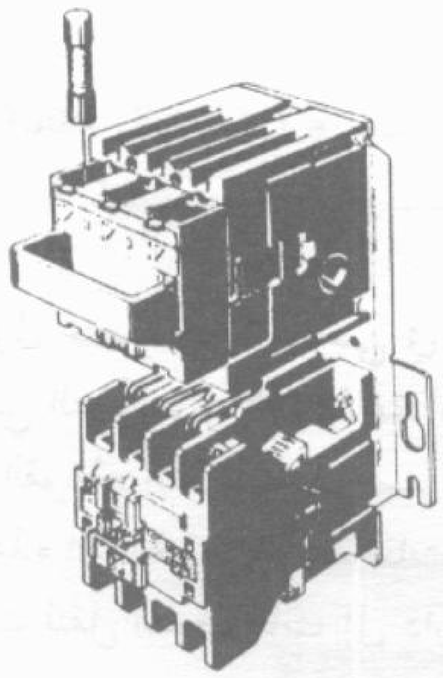
الحالة الاولى :

عندما تكون دارةتحكم الكونتاكتورموصلة من جهة الحمل لقاطع العزل فإنّ عمل الفاصمتين يؤدي إلى فتح وشيعة الكونتاكتور مباشرة؛ أي أن الحماية كاملة كما في الشكل case 1

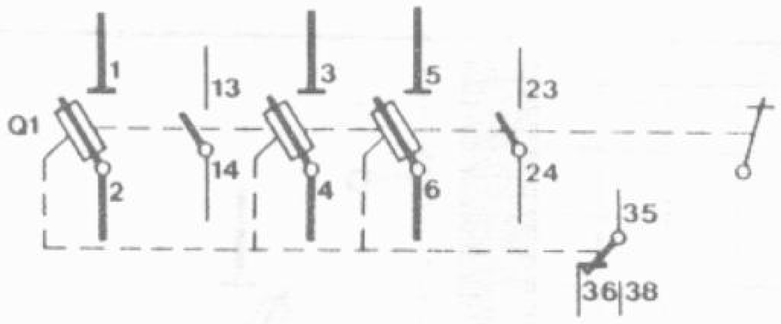
الحالة الثانية :

عندماتكون دارة تحكم الكونتاكتورموصلة من جهة التغذية لقاطع العزل أو موصلة من مصدر تغذية آخر، تبقى وشيعة الكونتاكتور مغلقة ويبقى التوترعلى إحدىملفات المحرك مشكلاً خطراً على الأشخاص كما في الشكل case 2 .

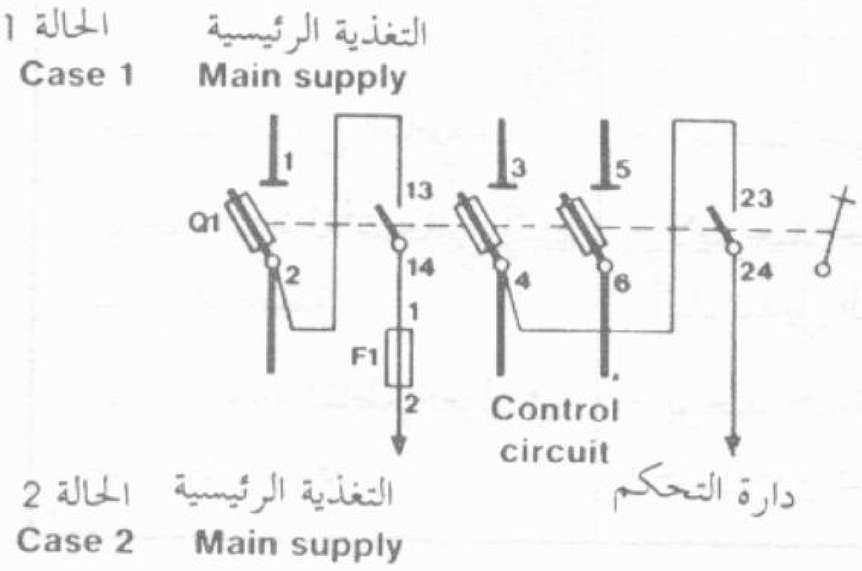
هناك قواطع عزل مزودة بآلية ميكانيكية معينة بحيث ان عمل أيّ من الفواصم الثلاث يؤدي الى توقف التغذية عن الحمل على الأطوار الثلاثة كما في الشكل .

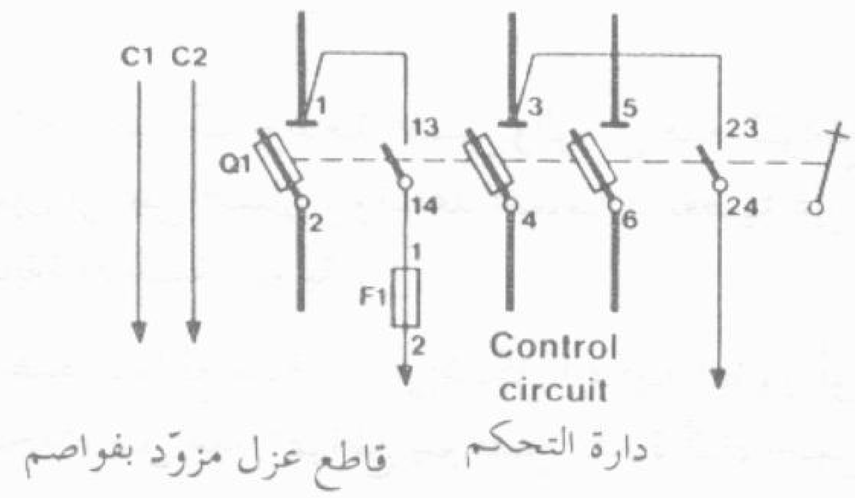


كونتاكتور مجهز بفواصم
Fuse asociated with a contactor



Isolator equipped with striker fuses



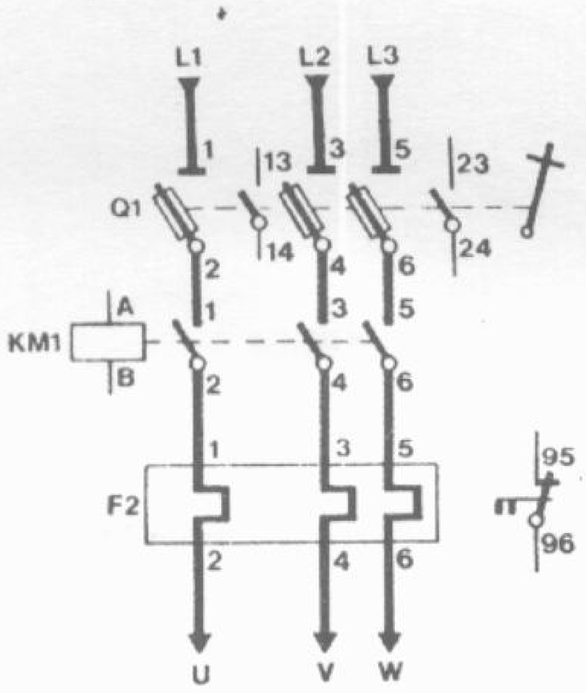


PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

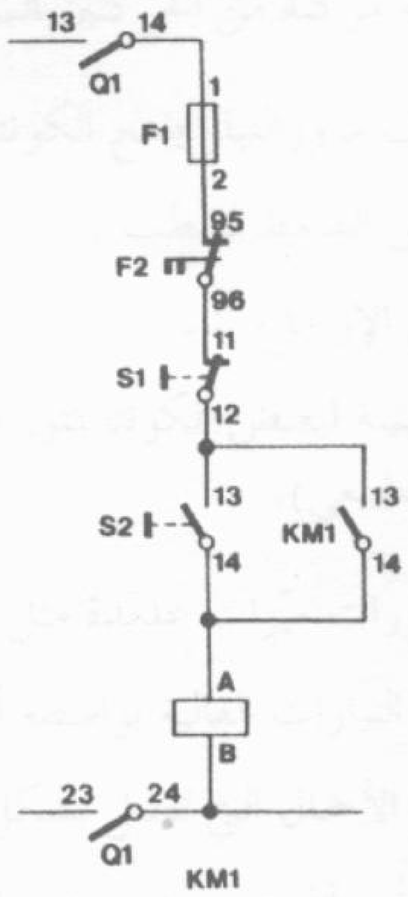
3- ربط قاطع عزل مع كونتاكتور مع حاكمة زيادة حمولة حرارية :

سبق شرح وظيفة قاطع العزل، أما وظيفة الكونتاكتور فهي توفر إمكانية التحكم يدوياً أو آلياً وعن بعد، وكذلك نقل المعلومات أو الأوامر عن طريق إضافة تماسات مختلفة الوضعية ، كما يقدم الكونتاكتور عمليات فصل ووصل كثيرة. يمكن أيضاً بإضافة بعض المتممات فصل التغذية عن الدارة عند انقطاع التوتر أو انخفاضه أو ازدياده، بينما تؤمن حاكمة زيادة الحمولة الحماية ضد زيادات الأحمال الصغيرة والمستمرة وضد انقطاع أحد الاطوار أو عدم توازن الأطوار .

إن مجموع وظائف المكونات الثلاثة السابقة تعطي مرونة في التحكم وتؤمن حماية كاملة لكافة الدارات والتجهيزات ، وفيما يلي مخطط دارتي الاستطاعة والتحكم :



دارة الاستطاعة



دارة التحكم

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الفصل الرابع

الكونتاكتور The Contactor

(القاطع الكهرطيسي الآلي)

1- مقدمة :

الكونتاكتور هو جهاز فصل ووصل ميكانيكي كهربائي يتم التحكم به عن طريق وشيعة مغناطيسية (بوبين)، فعند مرور تيار بهذه الوشيعة يغلق الكونتاكتور ، وعن طريق تماسات ، تكتمل الدارة الكهربائية بين التغذية والحمل.

إن الجزء المتحرك من المغناطيس الكهربائي الذي يقود المحرك والتماسات المتحركة يعمل ميكانيكياً بإحدى الطرق التالية :

- بالدوران حول المحور .
- بالانزلاق الموازي للأجزاء الثابتة .
- بحركة مركبة من الحركتين السابقتين .

عندما يتوقف مرورالتيار يفتح الكونتاكتور تماساته بتأثير :

- نوابض الضغط للقطب .
- نابض الإرجاع للمتحرض المتحرك .
- الجاذبية لبعض الكونتاكتورات (تميل مجموعة التماسات المتحركة بطبيعتها للعودة إلى وضعها الطبيعي).

وللكونتاكتورات ميّزات عديدة مثل :

- فصل التيارات العالية بواسطة أجهزة ذات تيارات منخفضة.
- تغذية الأحمال التي تعمل بشكل مستمر أو متقطع.
- تنفيذ أمر آلي عن بعد باستخدام كابل صغير المقطع مما يوفر أطوال كابلات القدرة.
- نقل إشارات التحكم ومعرفة وضع الدارة عن بعد.

بالإضافة لذلك فإن الكونتاكتورات:

- يمكن الاعتماد عليها لعدم احتوائها على قطع ميكانيكية دقيقة.
- تتكيف بسهولة وبسرعة مع جهد التغذية لدارة التحكم.
- تقدم حماية للأشخاص ضد إعادة وصل آلي بعد فصل التغذية لمدة صغيرة (آنية).
- تؤمن توزيعاً أسهل في حالات الإيقاف الطارئة وربط المحطات .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

– تؤمن حماية ضد انخفاض كبير في التوتر (فتح لحظي عند توتر أقل من التوتر الأصغري) .

– تستخدم لتصميم دارات التحكم الآلية البسيطة والـمعقدة .

إن الـمحددات الأساسية للكونتاكتور هي :

أ – زمرة التشغيل : **AC1** ، أو **AC3** أو .... انظر الجدول صفحة 135.

2 – توتر الأقطاب .

3 – تيار الأقطاب أو الاستطاعة .

4 – توتر تشغيل الوشيعة .

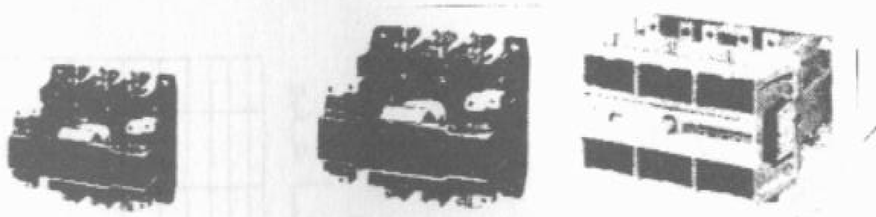
كما أن هناك جداول خاصة بالشركات الصانعة للكونتاكتورات مرتبة حسب نموذج الكونتاكتور واستطاعته والـمحددات الأساسية الـمذكورة سابقاً، وفيما يلي أمثلة للقيم العملية التي تكتب عادة على الكونتاكتورات والتي أخذت من شركات مختلفة :

زمرة التشغيل	تيار الأقطاب أو الاستطاعة	توتر الأقطاب [V]	توتر الوشيعة [V]
AC 1 AC 11	10 A 6 A 4 A	220-380 220 380	220 ~
AC 1 AC 3	25 A 12 A	600 440	24 ~
AC 1 AC 3	25 A 16 A	500 max	24 ~
AC 1 AC 3	13 KW 4 KW	380/415	220

والجداول التالية أمثلة أُخذت من كاتالوكات بعض الشركات الصانعة :

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



Type			DIL 04-40 DIL 04-31	DIL 08M-10 DIL 08M-01 DIL 08M-11 DIL 08M-22	DIL 00M DIL 00M-10 DIL 00M-01 DIL 00M/11 DIL 00M/22	DIL 00AM DIL 00AM-10 DIL 00AM-01 DIL 00AM/11 DIL 00AM/22	DIL 0M DIL 0M/11 DIL 0M/22	DIL 0AM DIL 0AM/11 DIL 0AM/22	DIL 1M DIL 1M/22	DIL 1AM DIL 1AM/22	DIL 2M DIL 2M/22	DIL 2AM DIL 2AM/22	DIL 3-22	DIL 4-22	DIL 6-22	DIL 8-22	DIL 8a-22	DIL 13-22
Utilization category																		
AC-1	Conventional thermal current $I_{th} = I_e$	A	20	10	20	20	35	35	55	55	90	90	140	260	315	420	500	850
	Resistive rating 380 V/440 V a.c. open	kW	13*	6.5*	13	13	22	22	35	35	56	56	87	160	195	260	310	530
	Component life under load conditions	Operational voltage	Three-phase motor rating 50–60 Hz															
	Operations		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
AC-3		220 V/240 V	0.75	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5	11	15	18.5	32	55	65	90 0.5 million	110 0.3 million	220 0.6 million
including 0.1 % AC-4	**1 million**	**380 V/440 V**	**1.5***	**2.5***	**4**	**5.5**	**7.5**	**11**	**15**	**18.5**	**22**	**30**	**45**	**75**	**110**	**160** opera-	**200** opera-	**375** opera-
		500 V	–	–	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	55	90	132	200 tions [1]	250 tions [2]	480 tions [1]
		660 V	–	–	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	55	90	132	200	–	480
		220 V/240 V	0.37	0.55	1.1	1.5	2.2	4	5	6	9	11	16	30	35	37	–	–
	3 million	**380 V/440 V**	**0.8***	**1.2***	**2.2**	**3**	**4**	**6.5**	**8.5**	**10.5**	**13.5**	**18.5**	**22**	**37**	**55**	**75**	**–**	**–**
		500 V	–	–	3	4	5.5	9	11	13	18.5	22	30	50	75	90	–	–
		660 V	–	–	3	4	5.5	9	11	13	18.5	22	30	50	75	90	–	–
		220 V/240 V	–	0.25	0.55	0.7	1.1	1.8	2.2	2.6	4	5.5	7.5	11	18.5	22	–	–
	10 million	**380 V/440 V**	**–**	**0.45***	**0.75**	**1.2**	**1.7**	**3**	**3.6**	**4.5**	**6.5**	**7.5**	**11**	**18.5**	**30**	**45**	**–**	**–**
		500 V	–	–	1.1	1.6	2.3	4	4.8	6	9	11	15	22	37	55	–	–
		660 V	–	–	1.1	1.6	2.3	4	4.8	6	9	11	15	22	37	55	–	–
AC-2		220 V/240 V	0.55	0.75	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5	11	15	15	22	37 150 000	55 150 000	75 150 000	180
	200000	**380 V/440 V**	**1.1***	**1.5***	**3**	**4**	**5.5**	**7.5**	**11**	**15**	**18.5**	**22**	**30**	**45**	**75** opera-	**110** opera-	**132** opera-	**315**
		500 V	–	–	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	55	90 tions	132 tions	160 tions	420
		660 V	–	–	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	55	90	132	–	420
		220 V/240 V	–	0.18	0.55	0.8	1.1	1.5	2.2	3	4.5	5.5	7.5	11	15	22 1 million	–	–
	2 million	**380 V/440 V**	**–**	**0.37***	**1.1**	**1.5**	**2.2**	**3**	**4**	**5.5**	**8**	**11**	**15**	**22**	**30**	**45** opera-	**–**	**–**
		500 V	–		1.3	1.8	2.6	4	5	7.5	10.5	15	18.5	30	37	55 tions	–	–
		660 V	–		1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	8	11	18.5	30	37	55	–	–
AC-4		220 V/240 V	0.55	0.75	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5	11	15	15	22	37	55	75 10 000	180
	30000	**380 V/440 V**	**1.1***	**1.5***	**3**	**4**	**5.5**	**7.5**	**11**	**15**	**18.5**	**22**	**30**	**45**	**75**	**110**	**132** opera-	**315**
		500 V	–	–	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	55	90	132	160 tions	420
		660 V	–	–	4	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	55	90	132	–	420
		220 V/240 V	–	0.18	0.55	0.8	1.1	1.5	2.2	3	4.5	5.5	7.5	11	15	22	–	–
	300000	**380 V/440 V**	**–**	**0.37***	**1.1**	**1.5**	**2.2**	**3**	**4**	**5.5**	**8**	**11**	**15**	**22**	**30**	**45**	**–**	**–**
		500 V	–	–	1.3	1.8	2.6	4	5	7.5	10.5	15	18.5	30	37	55	–	–
		660 V	–	–	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	8	11	18.5	30	37	55	–	–

* Operational voltage 380/415 V

[1] 1 million operations if contacts are changed once

[2] 1 million operations if contacts are changed twice

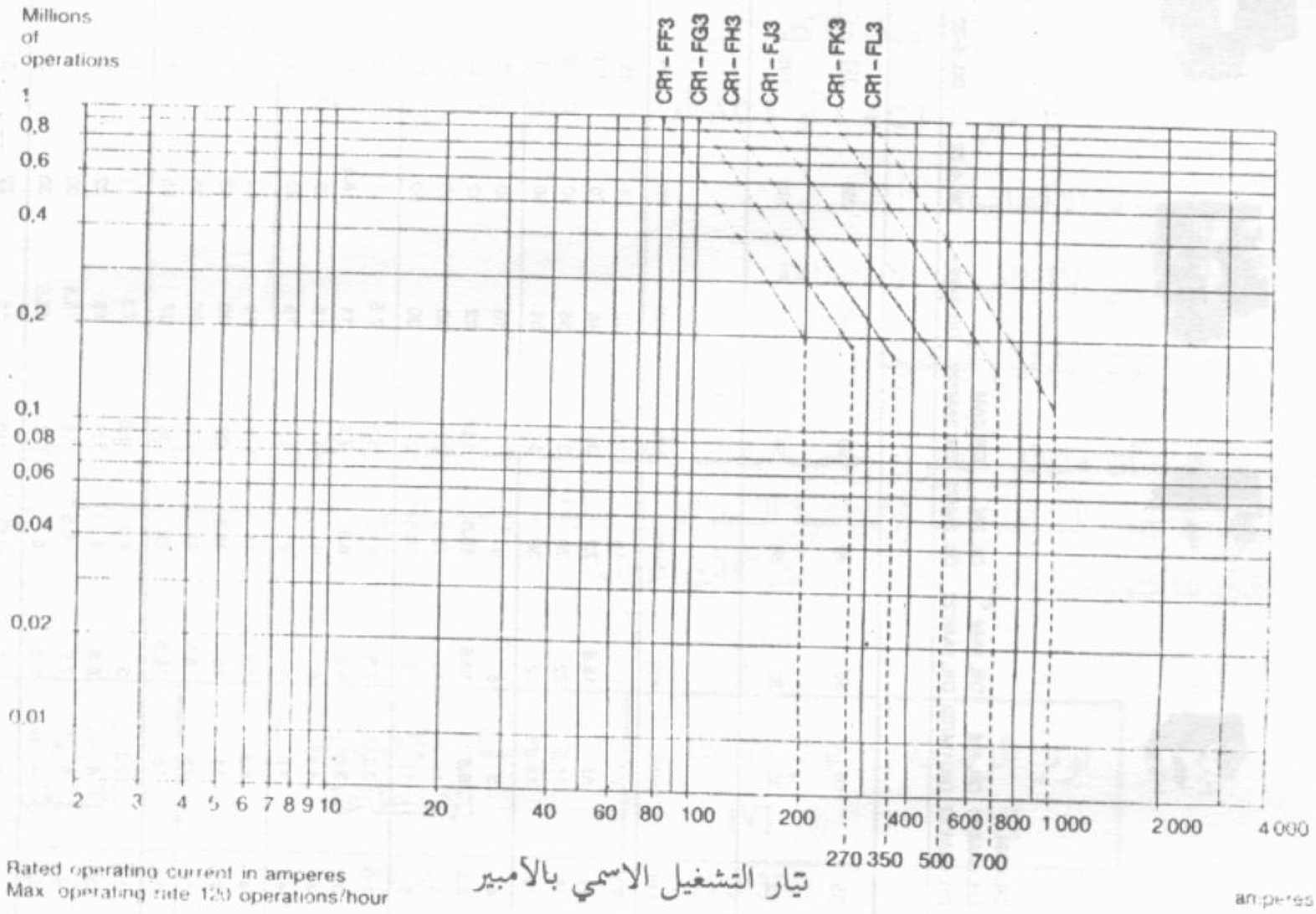
الاختيار بحسب الحياة الكهربائية المطلوبة

Selection according to required electrical life

عدد عمليات التشغيل

الحياة الكهربائية للزمرة AC1 وتوتر U ≤ 400 V

من أجل توتر 660 V بضرب عدد عمليات التشغيل بالعامل 0.8

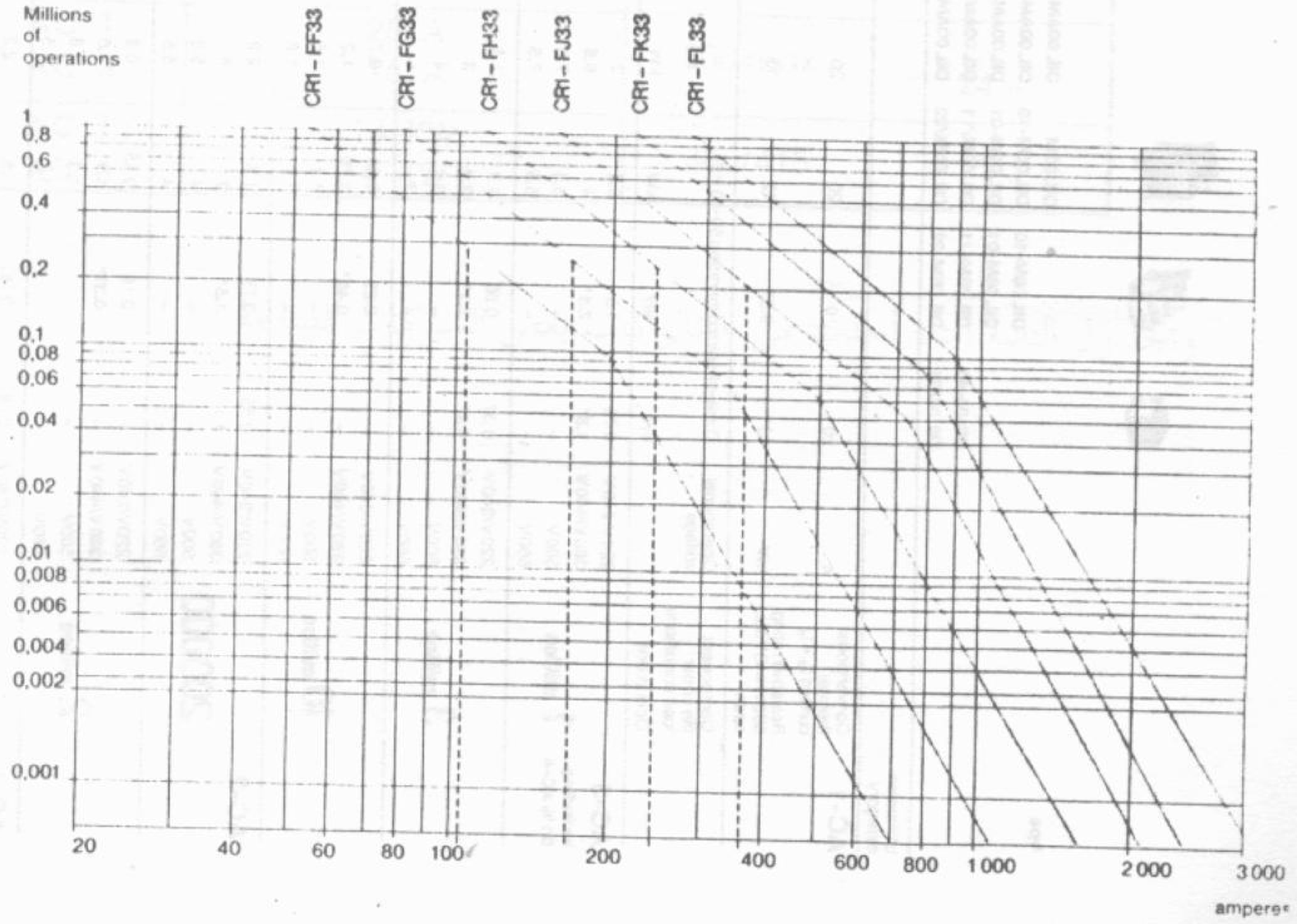


معدّل التشغيل الأعظمي 120 مرة/ساعة

عدد عمليات التشغيل

الحياة الكهربائية للزمر AC2-AC3-AC4 وتوتر U ≤ 400 V

ومن أجل توتر 600 V يضرب بالعامل 0.8



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

2– أجزاء الكونتاكتور:

2–1– الـمغناطيس الكهربائي :

هو عنصر القيادة في الكونتاكتور ويتألف بشـكل أساسي مـن نـواة ووشـيعة، ويختلـف شـكله حسـب الكونتاكتور ويعتمد أحياناً على نوع التغذية ، **AC** (تيار متناوب) أو **DC** (تيار مستمر) ، وتضمن الفجوة الهوائية الصغيرة في الدارة الـمغناطيسية عند وضعية الاغلاق عـدم وجـود مغناطيسـية متبقيـة ، تنشـأ هـذه الفجوة نتيجة حركة الـمعدن أو إدخال مادة غير مغناطيسية .

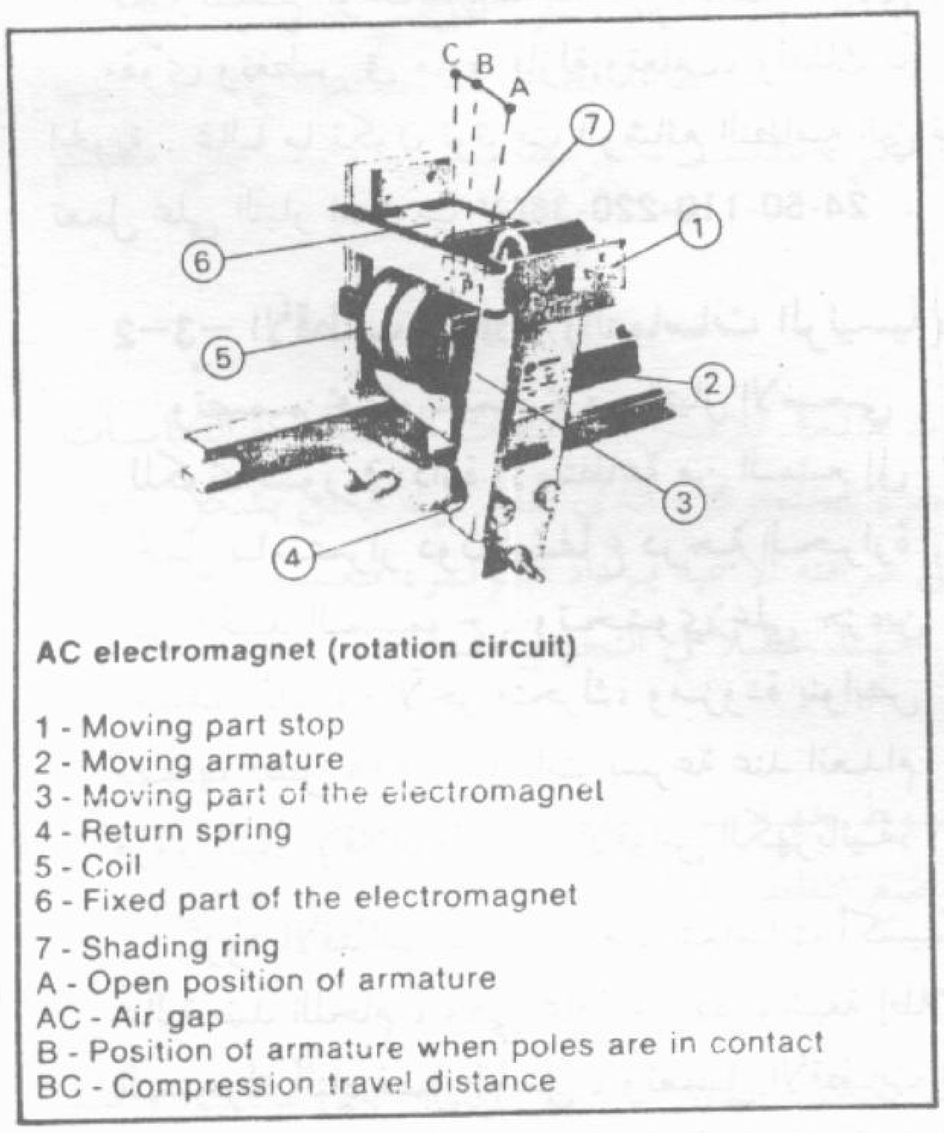
1ً– القلب الـمغناطيسي AC :

مـواصـفاتـه :– ذو تصفيح فولاذي سيلكوني مبشّم .

– ذو قلب مصفح للإقلال من التيارات الإعصاريـة التـي تتولـد فـي أي جسـم معدنـي معرض لسيالة مغناطيسية ترفع درجة حرارة القلب .

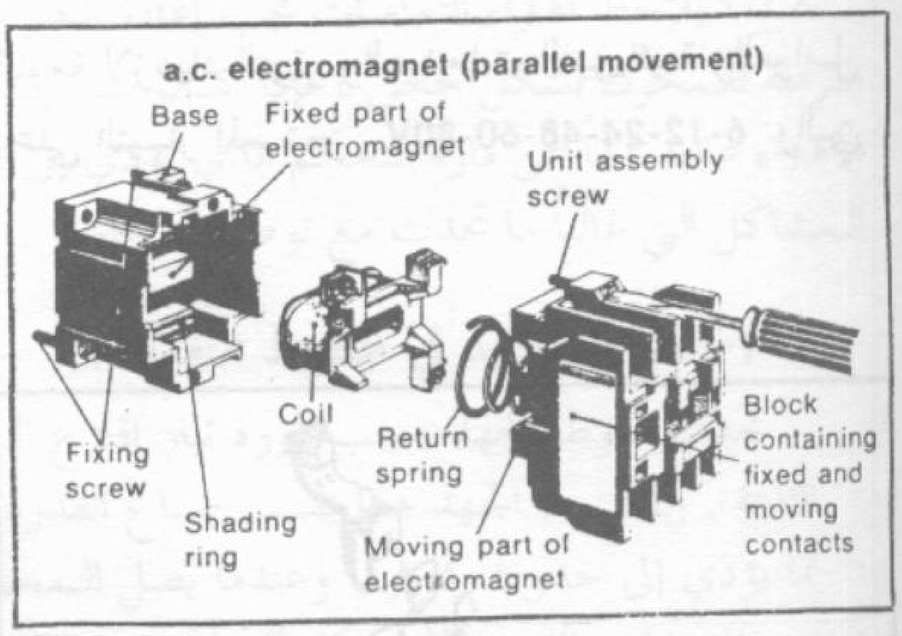
– الأجزاء الـمتحركة مصقولة بدقة لضمان تشغيل صامت .

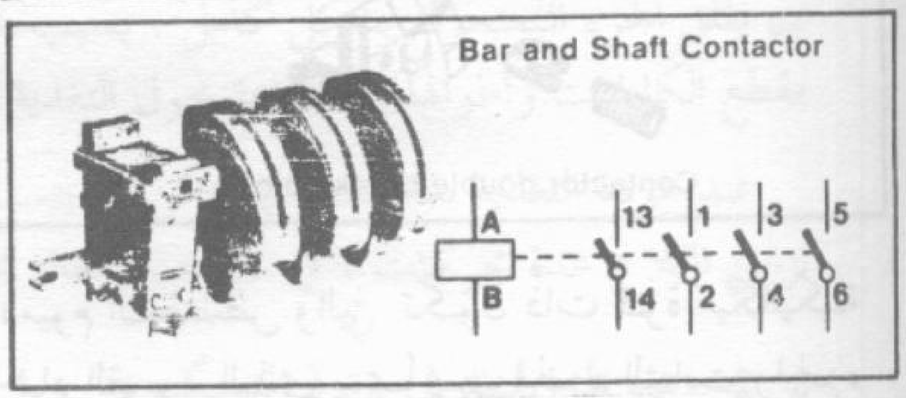
يمكن استخدام القلب الـمغناطيسي الـمصفّح نفسـه في دارات التيـار الـمستمر ، وفي هـذه الحالـة تختلـف الوشيعة عن التي تستخدم في حالة التغذية بتيار متناوب من أجل التوتر نفسه، بالإضافة إلى ذلك يجـب إدخـال مقاومة اقتصادية في دارة تحكم الوشيعة حالـما يغلق الكونتاكتور ، انظر الصفحة -57 -

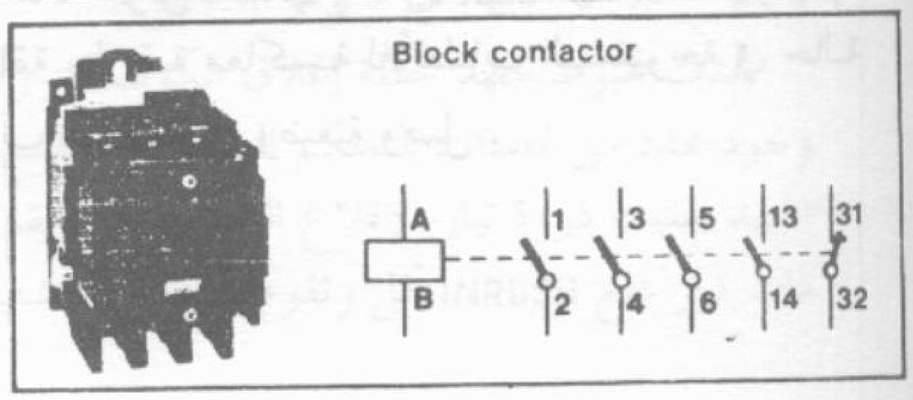


AC electromagnet (rotation circuit)

1 - Moving part stop
2 - Moving armature
3 - Moving part of the electromagnet
4 - Return spring
5 - Coil
6 - Fixed part of the electromagnet
7 - Shading ring
A - Open position of armature
AC - Air gap
B - Position of armature when poles are in contact
BC - Compression travel distance



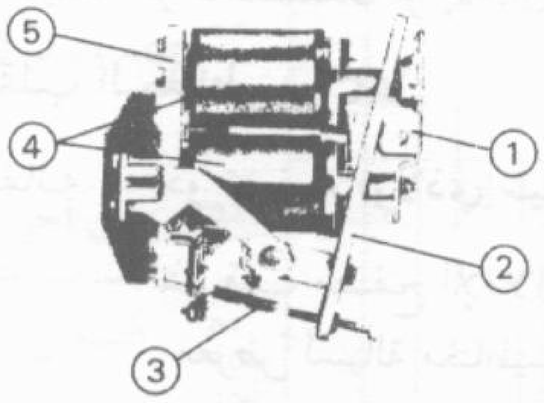




PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

2ً- القلب المغناطيسي DC :

لا تتشكل تيارات إعصارية في القلب المغناطيسي المغذّى بتيار مستمر. في بعض الحالات وبدلاً من استخدام قلب مغناطيسي مصفّح AC يفضّل استخدام مغناطيس كهربائي ذي تيار مستمر حيث تكون النواة من الفولاذ الصلب القوي .



Direct current electromagnet

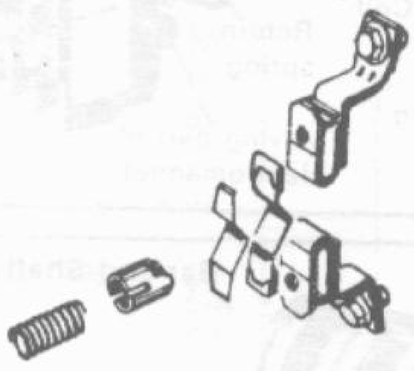
1 - Moving part stop
2 - Moving armature of electromagnet
3 - Return spring
4 - Coils
5 - Fixed part of electromagnet

القلب المغناطسيسيDC

2-2- الوشيعة :

بتطبيق التوتر النظامي على الوشيعة يتحرض في ملفاتها السيالة المغناطيسية اللازمة لجذب الجزء المتحرك للمغناطيس الكهربائي الموضوع على أحد أو كلا مسندي المغناطيس بحسب نوع الكونتاكتور. وتصمم الوشيعة بحيث تتحمل الصدمات الميكانيكية الناتجة عن فتح الكونتاكتور وإغلاقه، كما تتحمل الصدمات الكهرميكانيكية الناتجة عن مرور التيار بالملفات، ولتخفيف الصدمات الميكانيكية توضع الوشيعة أو النواة أو كلاهما على مخمدات تمتص الصدمات ، كما تصنع الوشائع الحديثة من سلك نحاسي مقوّى وتغطس في مادة عازلة وتغلّف، ولذلك تكون مقاومة لازدياد التوتر والصدمات الفيزيائية والعوامل الجوية . غالباً ما تكون توترات الوشائع النظامية التي تعمل على التيار المستمر **6-12-24-48-60-80V** والتي تعمل على التيار المتناوب **24-50-110-220-380V** .

2-3- الأقطاب Poles (التماسات الرئيسية) :



Contactor double-break pole

وتصمم بحيث تسمح بمرور التيار الاسمي للكونتاكتور في دارة الاستطاعة من المنبع إلى الحمل باستمرار دون ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المسموح ، وتحتوي على جزءين أحدهما ثابت والآخر متحرك، ومزودة بنوابض مهمتها فصل هذه التماسات بسرعة عند انعدام مرور التيار لإقلال تأثيرات الأقواس الكهربائية.

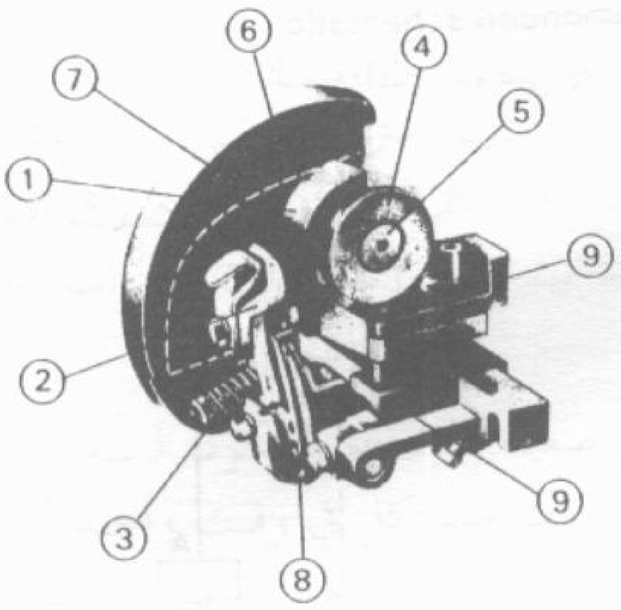
تزوّد الأقطاب بشكل عام ، بتماسات أكسيد الكادميوم المفضّض والتي تكون ذات قوة ميكانيكية عالية ضد اللحام ، وهي عادة مزوّدة بوشيعة إطلاق لإخماد القوس الذي ينشأ بين الجزء الثابت والجزء المتحرك أثناء فصل الحمل ، وتعمل الأقطاب المغلقة بطريقة معاكسة للأقطاب المفتوحة في حالة الراحة ، فعند عدم مرور تيار في الوشيعة تكون الأقطاب المغلقة في وضعية وصل .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

2-4- التماسات المساعدة :

تُجهّز الكونتاكتورات بتماسات إضافية مساعدة تؤمّن القفل التعاقبي ونقل الإشارات في تجهيزات التحكم الآلية وهي على عدة أشكال :

- تماسات مفتوحة في حالة الراحة N/O تُغلق مع التماسات الرئيسية عندما يمر تيار في الوشيعة المغناطيسية .
- تماسات مغلقة (تسمى عكسية) في حالة الراحة N/C أي حالة عدم مرور تيار في الوشيعة وتستخدم في دارات عكس الحركة والإقلاع Y ← Δ والإقلاع بسرعتين وغيرها .
- تماسات ذات تأخير زمني تفتح أو تغلق بعد فترة زمنية يتم توليفها بما يتلاءم مع طبيعة عمل الدارة.



Detail of a contactor pole with magnetic blow-out

1 - Fixed contact
2 - Moving contact
3 - Contact pressure spring
4 - Blow-out coil
5 - Blow-out core
6 - Magnetic blow-out cheek
7 - Arc shield
8 - Connection braid
9 - Main pole terminals

3- العوامل التي تؤثر على اهتراء تماسات الكونتاكتور :

عندما يُلاحظ اهتراء التماسات يجب إعادة النظر فيما إذا كان تيار الكونتاكتور الاسمي يتناسب مع تيار الفرملة للمحرك بشكل خاص ، فإذا كان تيار الفرملة أقل من استطاعة قطع الكونتاكتور يكون سبب الاهتراء غالباً ناتجاً عن دارة التحكم الذي يؤدي إلى تشغيل سيء للقلب الكهرمغناطيسي. وفيما يلي معظم المشاكل التي غالباً ما تحدث مع توصيات لحلولها .

3-1- هبوط الجهد في خطوط التغذية :

يحدث هبوط الجهد بسبب ذروة تيار إقلاع المحرك عندما تلامس التماسات المتحركة التماسات الثابتة . إن هبوط الجهد هذا يسبب ضياع القدرة في الجزء المتحرك ، الذي يفقد قوته ليغلق بشكل كامل مما يؤدي إلى حدوث شرارة، وعندما يصل المحرك إلى سرعته الاسمية يزداد التوتر، فعند 85 % من Un يغلق الجزء المتحرك بشكل كامل . يسبب هبوط الجهد عطلاً في التجهيزات، ويجب إعادة فحص مقطع الكابلات وأطوالها واستطاعة محول التغذية .

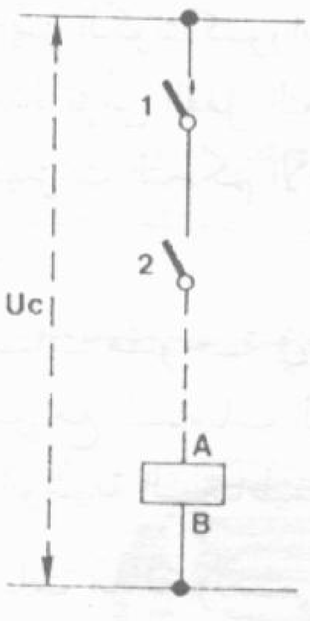
عند عودة التغذية بعد انقطاعها يمكن أن يتسبب هبوط جهد بتراكم دارات تيارات الإقلاع بسبب تزامن إقلاع عدة محركات ، في مثل هذه الحالة يجب وضع مخطط لإقلاع المحركات بشكل تعاقبي.

3-2- هبوط الجهد في دارة التحكم :

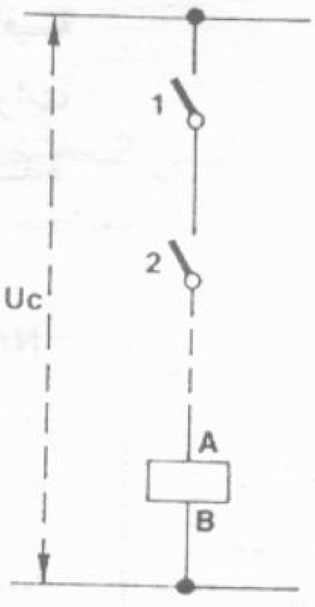
يحدث هبوط جهد لحظة إغلاق الكونتاكتور عندما يُغذّى بجهد منخفض (110-24) فولت، وعند وجود عدد من تماسات التحكم الموصلة تسلسلياً في دارة التحكم ، ويضاف هبوط الجهد هذا إلى هبوط الجهد بسبب ذروة تيار الإقلاع المشروح سابقاً . يمكن التغلب على هذه الظاهرة بإضافة حاكمة مساعدة ذات تيار دفع INRUSH أقل وتقوم بالتحكم بتشغيل الكونتاكتور المعني كما في الشكل التالي :

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

Original schematic المخطط الأصلي



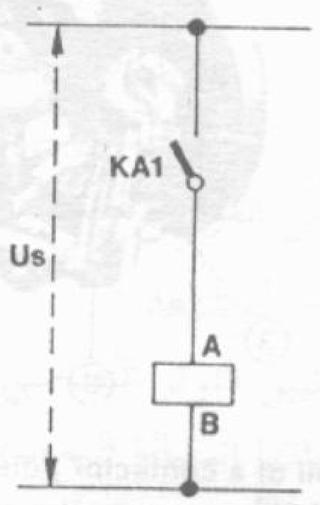
KM1



KA1

Recommended schematic

المخطط الموصى به



KM1

Uc = control voltage توتر التحكم
Us = mains supply voltage توترالتغذية

3-3- اهتزاز تماسات التحكم :

إن اهتزاز التماسات (ثيرموستات ، مفتاح ضغط ، ...) دون أن تغلق تماماً قد يؤدي إلى عدم إغلاق الكونتاكتور بشكل كامل أو إلى التحام أقطابه ، والحل هو استخدام تأخير زمني بمقدار ثانيتين إلى ثلاث ثوان عن طريق حاكمة ذات تأخير زمني في الإغلاق .

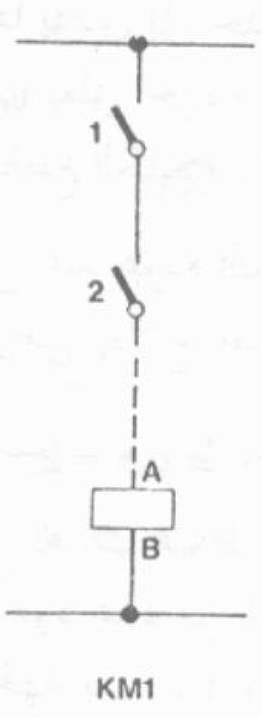
3-4- فشل الوصل في الحالة العابرة :

عند حدوث انخفاض في التوتر لعدة ميليات من الثانية، وعقب إعادة إغلاق الكونتاكتور تخرج القوة المحركة العكسية عن طور التوتر، في مثل هذه الحالة يزداد تيار الذروة إلى ضعف قيمته، وهناك خطورة احتمال احتراق الأقطاب عند تجاوز استطاعة الوصل للكونتاكتور . ولتجنب حدوث ذلك يمكن تأخير وصل الكونتاكتور بمقدار 2-3 ثانية باستخدام حاكمة زمنية .

والمخطط التالي يوضح الحالتين الأخيرتين .

Original schematic

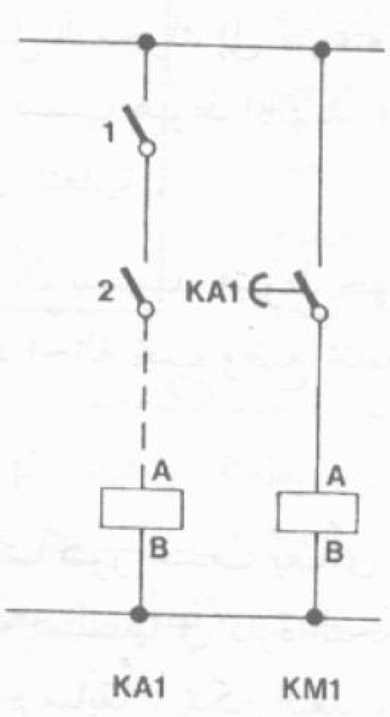
المخطط الأصلي



KM1

Recommended schematic

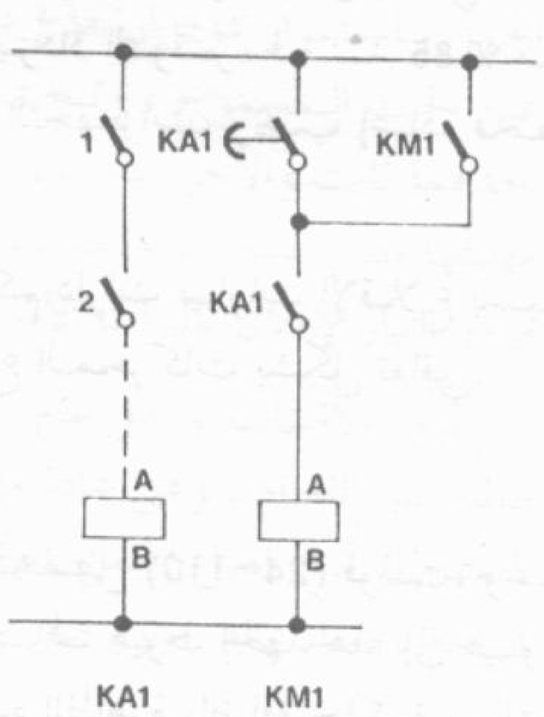
المخطط الموصى به



KA1 KM1

كونتاكتور صغير

Small contactor



KA1 KM1

كونتاكتور كبير

Large contactor

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

النتيجة :

إذا توقف مرور التيار في الكونتاكتور فإن الأقطاب الملتحمة بسبب احتراقها تبقى موصولة بينما تفصل الأقطاب الأخرى ولكن لمسافة محدودة ، كما يحدث قوس كهربائي قد يسبب احتراق المواد المحيطة به، وتجدر الملاحظة إلى أن قيمة التيار المار لاتتجاوز قيمة تيارالمحرك، لذا فإن تجهيزات الحماية لاتقوم بعملها ويحدث دارة قِصر .

إن المشاكل التي يمكن ان تسبب التحام أقطاب الكونتاكتور صعبة التسجيل لكون المدة قصيرة ونادرة الحدوث وليست منتظمة ، لكنها تظهر بشكل عام عند حدوث مشاكل في وقت واحد أو عند حدوث مشكلة على خط التغذية الذي يقارب توتره القيمة الدنيا المسموحة ، وليس من المفيد هنا تبديل الكونتاكتور ، بل يجب إعادة تصميم دارة التحكم للتخلص من سبب العطل.

4- صيانة الكونتاكتور :

فيما يلي بعض النقاط الهامة لصيانة أجزاء الكونتاكتور:

4-1- النواة الكهرمغناطيسية :

إذا كانت الدارة المغناطيسية تهتز وتعطى ضجيجاً فيجب فحص :

- توتر التغذية الرئيسي : تهتز الدارة المغناطيسية إذا كان التوتر أقل من توترها الاسمي .
- عدم وجود مواد غريبة بين الأجزاء المتحركة والأجزاء الثابتة .
- سطوح التماسات للجزء المتحرك : يجب أن تكون غير مدهونة ، ونظيفة ، وملساء .

4-2- الوشيعة :

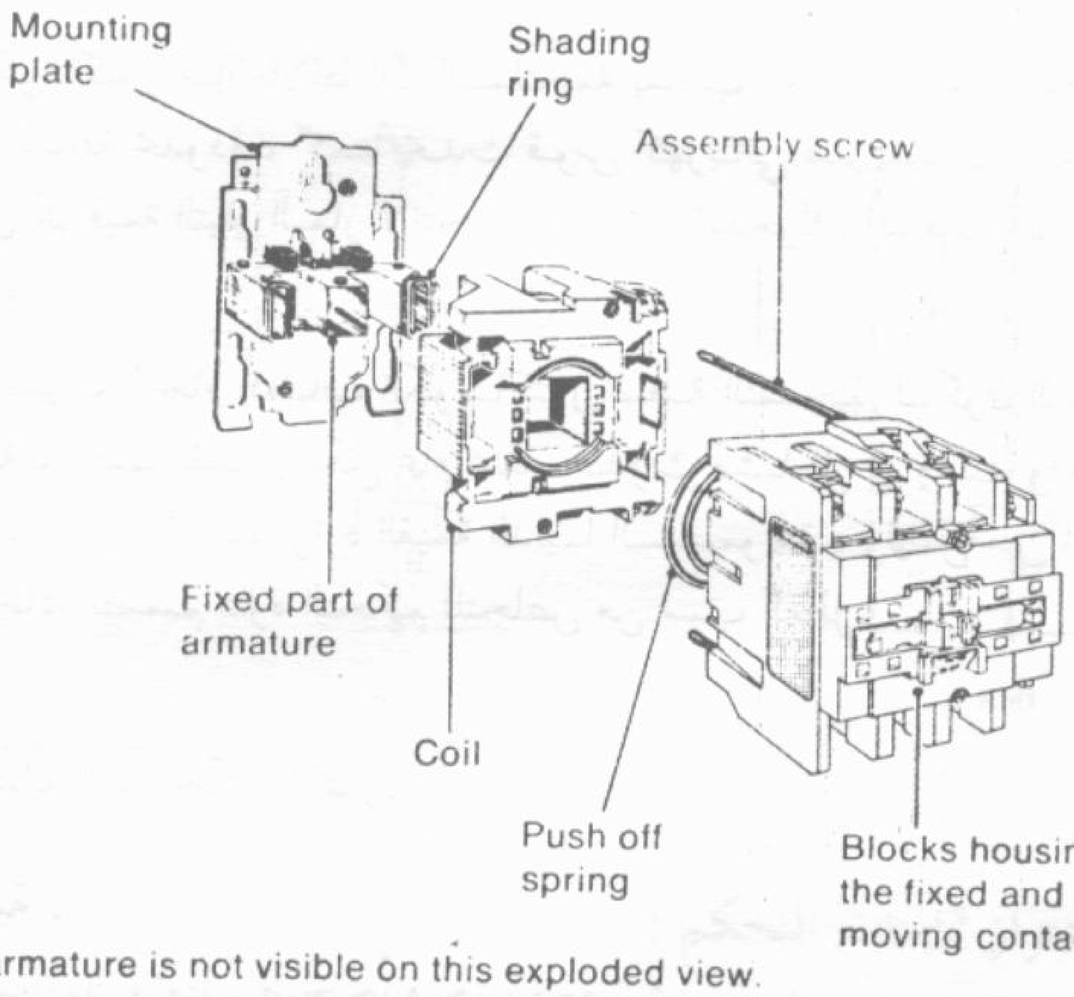
إذا كان تغييرها ضرورياً، بسبب تغيير توتر دارة التحكم مثلاً، فيجب ملاحظة النقاط التالية :

- اختيار وشيعة كونتاكتور تناسب توتر التغذية الفعلي لدارة التحكم، وهذا يسمح بـ :
  1ً- إغلاق الكونتاكتور عندما يصل التوتر إلى قيمة **85** % من قيمته الاسمية .
  2ً- فتح الكونتاكتور عندما ينخفض التوتر إلى قيمة **65** % من قيمته الاسمية .
  3ً- التحمل باستمرار لقيمة توترتعادل **110** % من قيمته الاسمية .

ويمكن أن تتعطل الوشيعة بـ :

- عدم الإغلاق الكامل للجزء المتحرك (المتحرض) نتيجة مشكلة ميكانيكية أو نتيجة انخفاض توتر تغذية دارة التحكم عن المذكورة في (1ً) . إن هذا الانخفاض يؤدي إلى تدني قيمة المحارضة في التيار المتناوب، أما في التيار المستمر فيؤدي إلى عدم فعالية المقاومة الاقتصادية بسبب عدم فتح التماس المغلق التفرعي مع **R`** (انظر الصفحة 57) ، كما ينتج عن ذلك عدم وجود ضغط كافٍ لإغلاق الأقطاب فترتفع درجة حرارتها إذا كان التيار المار هو تيار إقلاع المحرك .
- إذاكان توتر التغذية أعلى من القيمة المذكورة في (3ً) ، تتعطل الوشيعة بسبب الحرارة المنتشرة التي هي أعلى من الحدود الطبيعية ، ولتجنب الخطر يجب تطابق توتر الوشيعة مع التوتر المقاس على نهايات التجهيزات .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



The moving part of the armature is not visible on this exploded view.

4–3– الأقطاب :

إن طاقة الحمل المراد التحكم بها وزمرة التشغيل هما العاملان المستخدمان لتحديد حياة الخدمة للتماسات او لاختيار الكونتاكتور كتابع لعدد مرات التشغيل المطلوبة . فمثلاً عندما يُغذي كونتاكتور ضاغطاً هوائياً يُقلع **6** مرات بالساعة خلال **24** ساعة باليوم وهو من الزمرة **AC3** تكون حياة الخدمة له:

$$\frac{2500000}{24 \times 6} = \textbf{17360}$$ يوم أو **50** سنة دون صيانة

وعندما تستدعي الضرورة الفنية تبديل الأقطاب فإن الأقطاب الجديدة يجب أن تكون نظيفة ومتوازنة ومعيّرة على الضغط المناسب وأن تكون متماثلة الضغط ، كما يجب أن تكون البراغي والصامولات والصوليات محكمة الشد.

4–4– التماسات المساعدة :

يجب عدم تعديل المسافة التي يتحركها التماس ليغلق مع نظيره لأن هذه المسافة لها علاقة بعمل التماس (استمرارية تغذية ، لمبة إشارة ، تشغيل كونتاكتور آخر ....) .

وبشكل عام يجب عدم :

- تشحيم التماسات والأقطاب ، ولكن يمكن تنظيفها بواسطة (ورق سمبادج) ناعم أو بخاخ (كونتاكت) لايحتوي على زيت .
- تبديل أي جزء من الكونتاكتور ووضع جزء آخر غير مناسب .
- إعادة تشغيل الحاكمة الحرارية قبل معرفة سبب العطل وإزالته .
- تبديل الفاصمة المضروبة ووضع فاصمة جديدة قبل إصلاح العطل .
- ترك اللوحة الكهربائية مفتوحة وخاصة في الأماكن المعرّضة للغبار.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

5- اختيار الكونتاكتور :

يُستخدم الكونتاكتور لتشغيل معظم المحركات الكهربائية التي يمكن أن تُشغَّل إما يدوياً أو آلياً بواسطة اشارة نابجة عن حركة أو ضغط حراري أو زمني ، ويحقق الكونتاكتور تعاقب التشغيل في قيادة الأنظمة بسهولة ، ويعتمد اختياره على :

- توتر التغذية .
- مواصفات الحمل ؛ ونوعه ، واستطاعته مقدرة بالـ **kw** .
- متطلبات العمل ، طريقة التشغيل وعدد مراته .

وهذا يتطلب معرفة الخصائص المختلفة للكونتاكتور وهي :

1- توتر التشغيل وتياره النظاميين .

2- التيار الحراري الأعظمي .

3- زمرة التشغيل (تؤخذ الزمرة **AC1** للدارات الأومية ، **AC3** لإقلاع المحركات ذات القفص السنجابي ، .....، انظر الجدول صفحة 135 .

4- المواصفات الطبيعية والخاصة للحمل (تحريضي، سعوي) وبشكل خاص أثناء فتح الكونتاكتور وإغلاقه .

5- حياة القطب .

6- درجة الحرارة المحيطية .

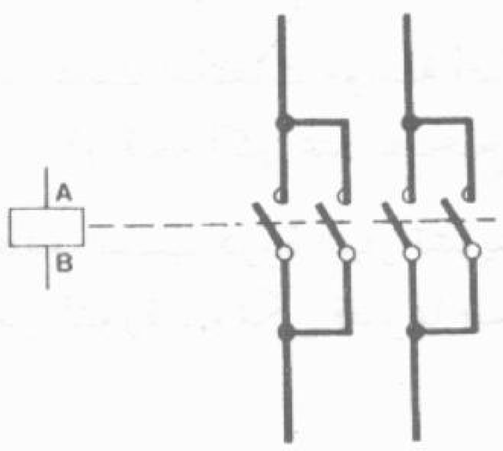
7- الارتفاع عن سطح البحر .

وتجدر الإشارة إلى عدم ضرورة ملاحظة جميع العوامل، ولكن بقدر مايؤخذ من عوامل بقدر ما يكون الاختيار أقرب للدقة ، وفيما يلي بعض الأمثلة :

5-1- اختيار الكونتاكتور لدارات التسخين :

وهذا يتبع الزمرة **AC1** التي تتضمن تشغيل الأفران والتسخين الصناعي والتجفيف والتسخين المنزلي وتسخين برك السباحة والخزانات ..... وتُراعى العوامل التالية :

- عمليات تشغيل قليلة .
- الفصل أثناء الحمل .
- يؤخذ العامل الحراري فقط لأن $\cos\varphi \cong 1$.
- درجة الحرارة المحيطة لكون الجهاز يوضع ضمن محيط مغلق ، فمن أجل حرارة غرفة **40C°** تؤخذ الحرارة حول الكونتاكتور **55 – 60C°** .



يمكن استخدام كونتاكتور رباعي لحمل أحادي بوصل كل قطبين على التفرع معاً، ونظراً لكون التيار لايتوزع بالضرورة بالتساوي بين القطبين فإن العامل الحراري يجب تخفيضه بمقدار **0.8** .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

5-2- اختيار الكونتاكتور للتحكم بدارات الإنارة :

ويتم وفق الجدول التالي:

أنواع المصابيح / المواصفات الفنية	المصابيح المتوهجة	مصابيح بخار الزئبق ، بخار الصوديوم ، مصابيح هالوجين دون تعويض	مصابيح فلورسانت ، بخار الزئبق ، بخار الصوديوم ، هالوجين مع تصحيح عامل الاستطاعة
-عامل الاستطاعة Cosφ	1 ≈ لذلك يؤخذ العامل الحراري فقط	0.5	0.5
-ذروة التيار عند إغلاق الدارة	$15 - 20I_n$ بسبب كون الفتائل منخفضة المقاومة وباردة	$1 - 1.6I_n$ لايكفي العامل الحراري وحده ويحدث قوس كهربائي لحظة القطع	$15 - 20I_n$
-عمليات التشغيل	قليلة	قليلة	قليلة
-الكونتاكتور الذي ينصح به	رباعي موصل فيه كل قطبين على التفرع		كونتاكتور يتحمل الذروة

5-3- اختيار الكونتاكتور لتشغيل ابتدائي محول :

تُراعى العوامل التالية :

- نوع الحمل الموصل على الثانوي .
- ذروة تيار المغنطة عن تطبيق التوتر على الابتدائي التي قد تبلغ $25 - 30I_n$ وتدوم لمدة نصف دورة.
- فاصمة الحماية .

5-4- اختيار الكونتاكتور لربط مكثفات تحسين عامل الاستطاعة :

يجب مراعاة التالي :

- تستجر المكثفات غير المشحونة عند وصلها مع الدارة تياراً يعادل عملياً تيار القِصر ، ويحد من قيمته ممانعة الخط والمحول .
- إذا كانت المكثفات موصلة أصلاً يُستجر تيار ذو ذروة عالية إضافة للسابق بسبب التفريغ، ويكون التيار هذا ذو قيمة أكبر عند تصحيح عامل الاستطاعة آلياً .
- عندما تسبب ذروة التيار تشويشاً على خط التغذية، يمكن الحد منه بإدخال محارضات أو مقاومات لجزء من الدورة . ويمكن قصرها فيما بعد بواسطة كونتاكتور موصل معها تفرعياً .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

- في التشغيل بحالة الاستقرار وبالإضافة إلى تيار الدخل الاسمي من جهة المكثفة، تمر تيارات هرمونية في الدارة ويجب ملاحظة تأثيرها الحراري فقط عند اختيار الكونتاكتور .
- للمساعدة في تفريغ شحنة المكثفات عند فصلها عن الدارة ، ولتجنب تبديل الأطوار أثناء عمليات التشغيل اللاحقة توصل مقاومات بواسطة كونتاكتور على نهايات المكثفات آلياً حالما تفصل المكثفات .

5-5- اختيار الكونتاكتور للمحركات التحريضية ذات القفص السنجابي أو ذات حلقات الانزلاق :

1ً- فرملة الحمل أثناء التشغيل عند السرعة الاسمية :

- من أجل محرك ذي حلقات انزلاق يتم اختيار كونتاكتور الزمرة **AC'2** أو **AC2** ، ومن أجل القفص السنجابي **AC3** (انظر جدول ص **135**). مع مراعاة أن الاستعمال يتطلب عمليات تشغيل كبيرة.
- في الحالة المثالية تكون الفرملة أثناء دوران المحرك، ويمكن أن تتداخل زمر التشغيل **AC2/AC'2** و **AC3** مع بعضها وليس ضرورياً ملاحظة ذروة تيار الاقلاع لأنها دائماً أقل من استطاعة القطع للكونتاكتور .
- يجب ملاحظة ارتفاع درجة حرارة الأقطاب في حالات الإقلاع الطويل والمتكرر.

2ً- فرملة الحمل أثناء الاقلاع :

- من أجل محرك ذي حلقات انزلاق يتم اختيار كونتاكتور الزمرة **AC2/AC'2** ، ومن أجل القفص السنجابي **AC4** ، مع مراعاة أن الاستعمال يتطلب عمليات تشغيل كبيرة .
- تيار الفرملة يكون كبيراً .
- عند كل عملية فرملة يحدث قوس كهربائي على التماسات مؤدياً إلى تآكل سطوحها .
- يمكن استبدال الكونتاكتور ووضع آخر ذي استطاعة أكبر للحصول على زمن خدمة كهربائية معين.
- يمكن حساب زمن الخدمة للكونتاكتور من العلاقة :

$$\text{زمن حياة الخدمة بالسنة} = \frac{\text{زمن الحياة الكهربائية كتابع لتيار القطع}}{\text{عدد مرات التشغيل بالساعة} \times \text{عدد ساعات التشغيل بالشهر} \times \text{عدد أشهر العمل بالسنة}}$$

وكمثال لأحد الكونتاكتورات نجد أن زمن حياة الخدمة له :

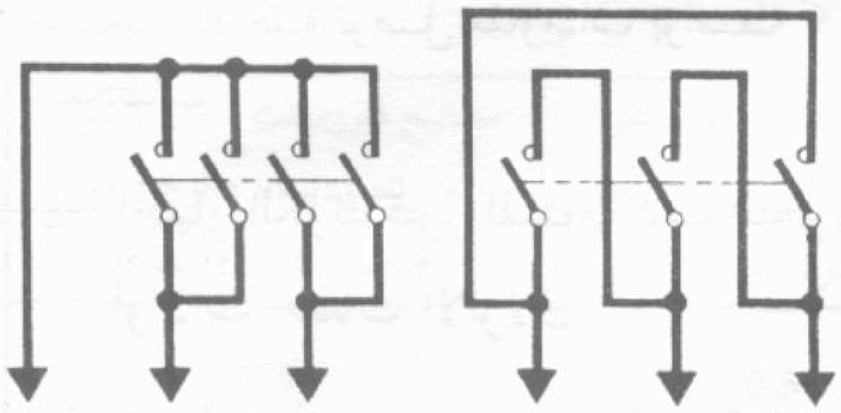
$$\frac{2200000}{11 \times 200 \times 50} = 20 \text{ سنة}$$

5-6- اختيار الكونتاكتور لقَصر مقاومات الدائر :

- يؤخذ فقط التاثير الحراري للتيار .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

– عند قَصر المقاومات على عدة مراحل يكون أصغر كونتاكتور هو الذي يقوم بقصر آخر مرحلة، ومن أجل هذا السبب يمكن أن يكون التيار الذي يمر لمدة محدودة أكبر من التيار الذي يمكن أن يمرره الكونتاكتور بشكل مستمر .



– يمكن استخدام كونتاكتور رباعي الأقطاب لمضاعفة قيمة التيار المسموح في القطبين المقصورين، وفي التوصيل المثلثي للكونتاكتور ثلاثي القطب تقل قيمة تيار الأقطاب بنسبة $1/\sqrt{3}$ من تيار الطور.

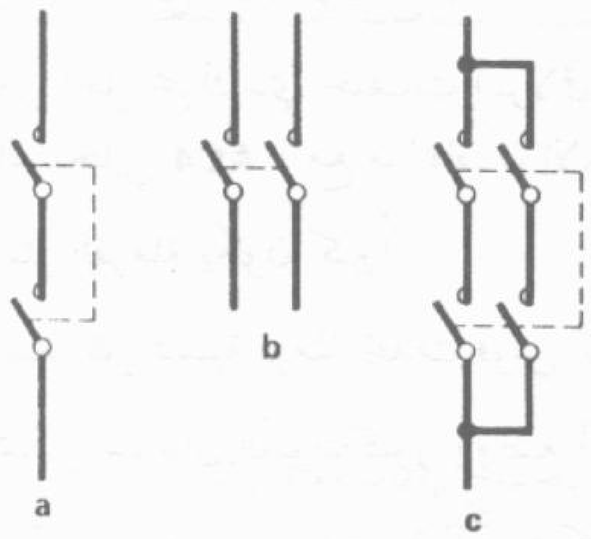
5–7– اختيار الكونتاكتور للتشغيل على التيار المستمر .

بالإضافة إلى ملاحظة حجم الكونتاكتور ، ينبغي أخذ عدد الأقطاب التي يجب وصلها على التسلسل، ومراعاة مايلي :

– التوتر وتيار الفصل .

– زمن حياة الخدمة ، ويمكن الحصول عليها إما بزيادة عدد الأقطاب الموصلة تسلسلياً أو تفرعياً أو بزيادة حجم الكونتاكتور .

– نوع الحمل وخاصة الثابت الزمني $\frac{L}{R}$.

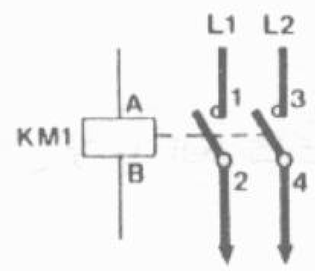


يمكن وصل n قطباً على التسلسل على خط واحد (المخطط a) أوعلى خطين (المخطط b) . وإن حجم الكونتاكتور الذي يحدد التيار الاسمي I_n يجب أن يعرف كتابع لتيار الدارة I كما يلي :

– الأقطاب على التسلسل : $I \leq I_n$ (المخطط a) .
– إذا استبدل كل قطب على التسلسل مع n قطباً على التفرع : $I \leq n \times I_n \times 0,8$ (المخطط c)

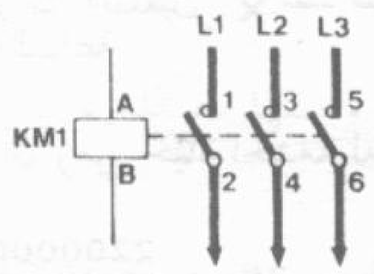
6– استخدام الكونتاكتور في دارات التحكم :

يحتوي الكونتاكتور على عدد من الأقطاب توصل مع الأحمال في دارة الاستطاعة عن طريق كابلات كما في الأشكال التالية :



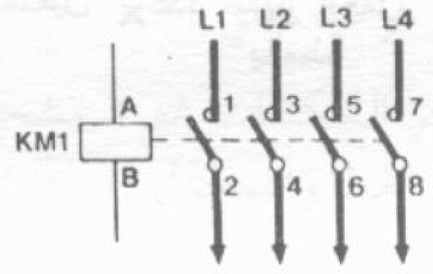
To direct current or single phase load

إلى حمل أحادي الطور أو ذي تيار مستمر



To three phase load

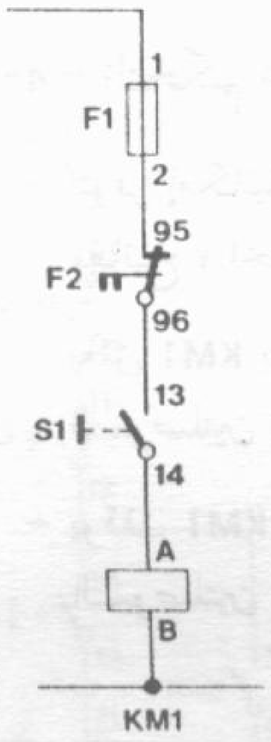
إلى حمل ثلاثي الأطوار



To multiphase load

إلى حمل متعدد الأطوار

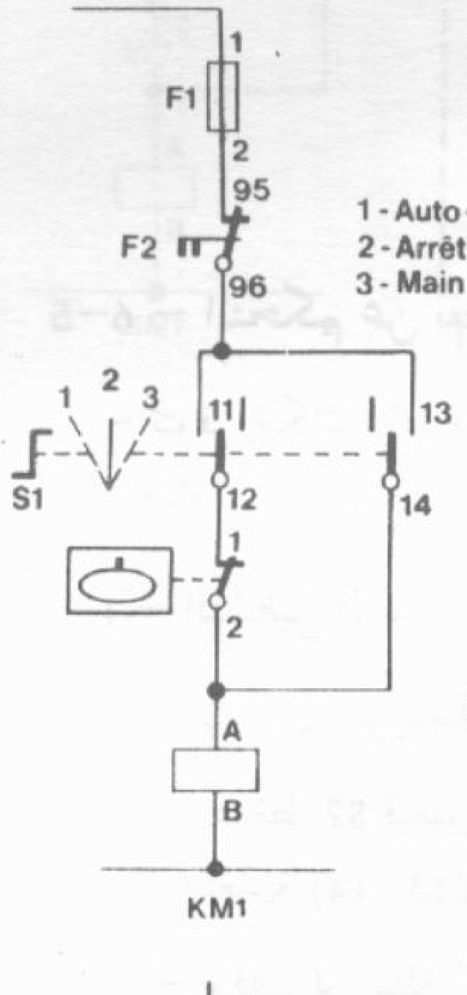
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



أما في دارات التحكم فهناك استخدامات واسعة، وتجدر الإشارة هنا إلى أن الفاصمة **F1** في دارة التحكم هي للحماية ضد القصر، أما تماس الحاكمة الحرارية **F2** فهو لحماية الدارة (الكونتاكتورات بشكل أساسي لعدم وجود حماية بداخلها) ضد زيادة الحمولة. وفيما يلي بعض الأمثلة :

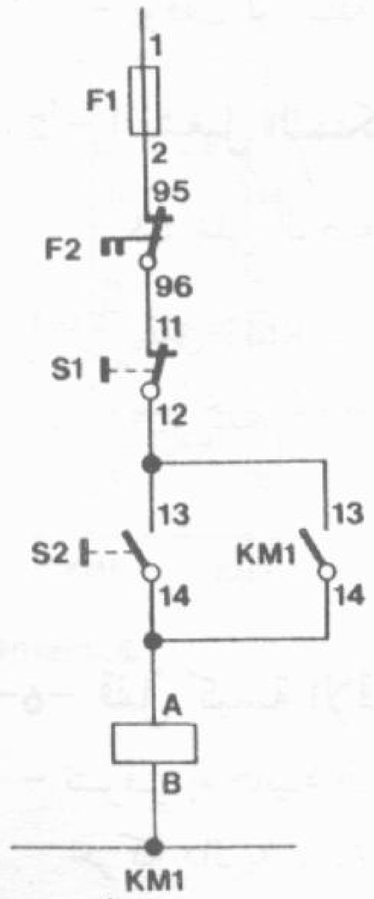
6–1– التحكم يدوياً باستخدام كبسة ذات نابض إرجاع :

- يغلق الكونتاكتور **KM1** فقط خلال مدة الضغط على كبسة التشغيل **S1** ذات نابض الإرجاع .



6–2– التحكم الآلي أو اليدوي باستخدام مفتاح اختيار بثلاث وضعيات :

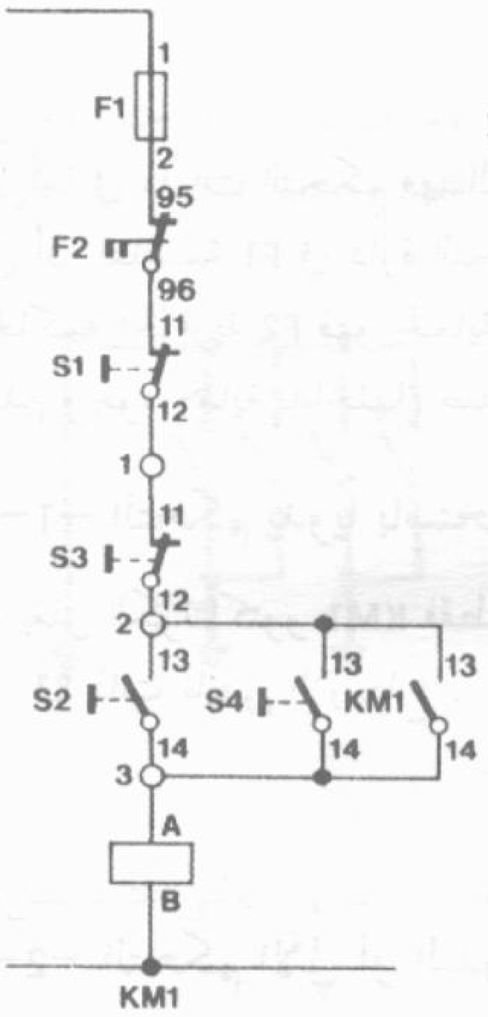
- رقم **1** الوضعية الآلية ؛ يغلق الكونتاكتور بإغلاق تماس الفواشة (2–1) وقد يكون هذا التماس لمفتاح ضغط أو ساعة .
- رقم **2** وضعية الإيقاف .
- رقم **3** وضعية التشغيل اليدوي وهي وضعية قصر تماس الفواشة (2–1)؛ يغلق الكونتاكتور بإغلاق التماس (14–13) .



6–3– التحكم عن بعد باستخدام كبستين لكل منهما نابض إرجاع :

- تضغط كبسة التشغيل **S2** فيغلق الكونتاكتور **KM1** .
- تستمر التغذية على ملف الكونتاكتور **AB** عبر تماس استمرارية التغذية **KM1(13–14)** الذي يغلق عند الضغط على **S2** .
- يفتح **S2** بعد رفع ضغط اليد عنه .
- يوقف الكونتاكتور بواسطة كبسة الايقاف **S1** .
- يمكن إعادة التشغيل بالضغط مرة أخرى على الكبسة **S1**.

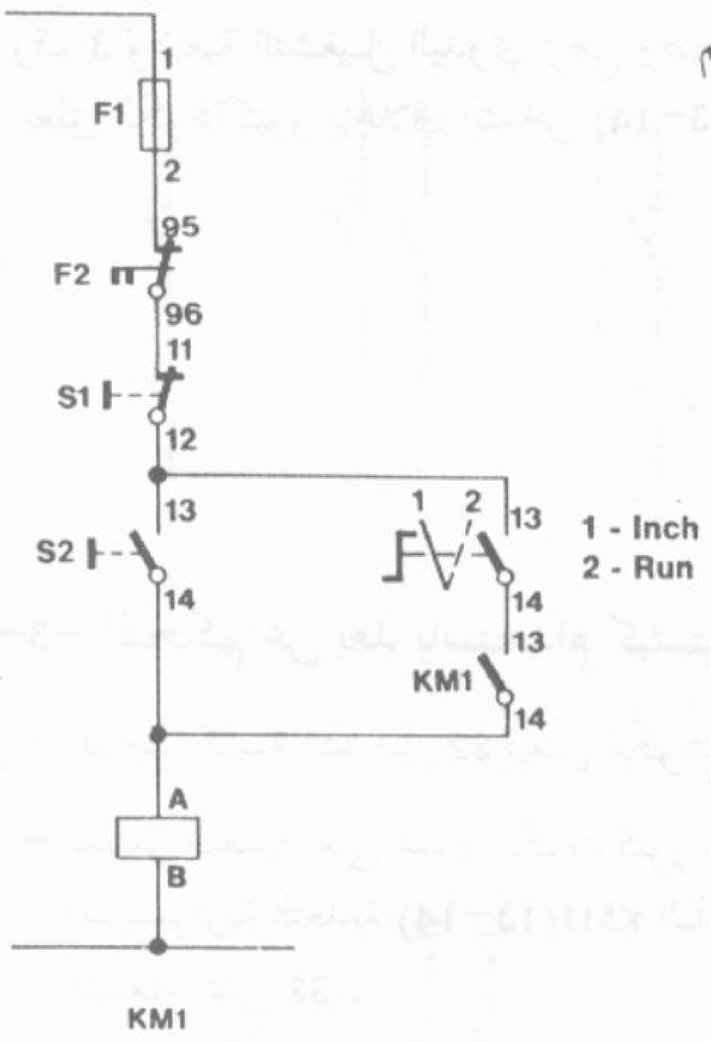
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



6-4- التحكم عن بعد باستخدام عدة كبسات ذات نوابض إرجاع :

- تتوفر إمكانية التحكم عن بعد من عدة أماكن عن طريق مفاتيح ؛ اختيار S4 ، S3 ، S2 ، S1 .
- يغلق KM1 بواسطة إحدى كبستي الإقلاع S2 أو S4 الموصلتين تفرعياً .
- يوقف KM1 بواسطة إحدى كبستي الإيقاف S1 ، S3 الموصلتين تسلسلياً .

6-5 - التحكم عن بعد بالتشغيل المستمر RUN أو خطوة خطوة INCH :



- تتوفر إمكانية التشغيل على مراحل أثناء تجهيز الآلة (آلة طباعة، أداة الآلة) أو لوضع قطعة العمل في المكان الملائم

1ً- التشغيل المستمر :

- S3 على الوضعية 2 ؛ التماس 14-13 مغلق .
- يضغط S2 فيغلق KM1 ثم يغلق تماس استمرارية التغذية KM1(13-14) .
- يوقف بواسطة كبسة الإيقاف S1.

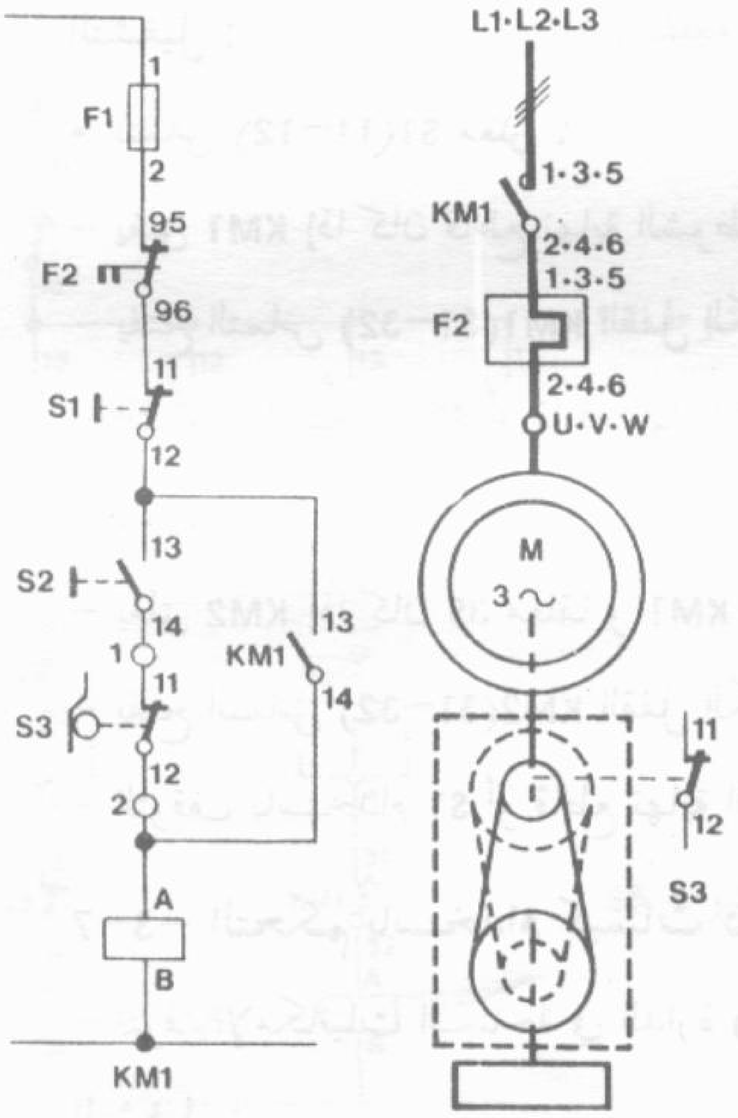
2ً- التشغيل المتكرر لمدد صغيرة INCHING :

- S3 على الوضعية 1، التماس 14-13 مفتوح .
- يغلق KM1 بالضغط على S2 ويفتح KM1 حالما يتم تحرير المفتاح S2 (رفع الضغط عنه).

6-6- قَفْلُ كبسة الإقلاع :

- تتوفر إمكانية الربط بين فتح الكونتاكتور عند وضعية معينة لآلة أو لجزء ميكانيكي (ذراع نقل حركة دائرية....) عند نهاية دورة آلية قبل السماح بالبدء بالدورة التالية .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



- **التشغيل :**

حالة المفتاح **S3** مغلقاً :

- يغلق **KM1** بعد الضغط على **S2** .
- يغلق تماس استمرارية التغذية **KM1(13–14)** .
- إن فتح **S2** لاتأثير له على عمل الدارة.
- يوقف المحرك بالضغط على **S1**.

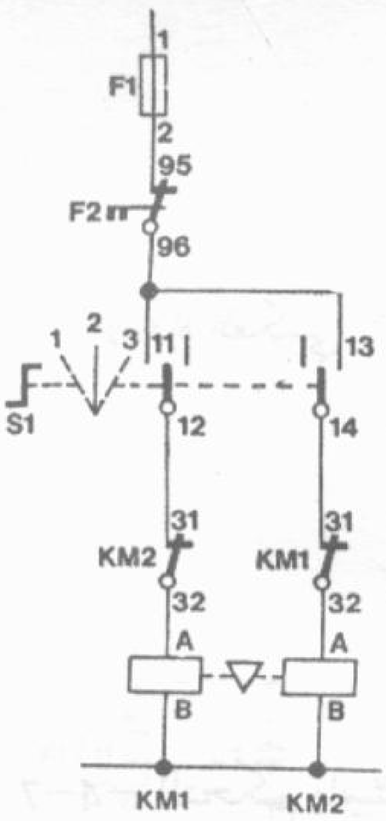
حالة المفتاح **S3** مفتوحاً :

إن الضغط على **S2** لايؤدي إلى تشغيل الدارة .

7– استخدام كونتاكتورين في دارات التحكم :

7–1– التحكم باستخدام مفتاح ذي ثلاث وضعيات (الدارة A) :

تتوفر إمكانية عكس اتجاه دوران المحرك،كما يقوم المشغّل بالتحكم بالإقلاع والإيقاف ويمكن وضع قفل ميكانيكي وكهربائي بين الكونتاكتورين .



Schematic A

التشغيل :

* التماس **S1(11–12)** مغلق وهي الوضعية رقم **1** للكبسة :

- يغلق **KM1** إذا كان **KM2** مفتوحاً .
- يفتح **KM1(31–32)**، القفل الكهربائي مع **KM2** .
- التوقف باستخدام الكبسة **S1** ، وهي الوضعية رقم **2** للكبسة .

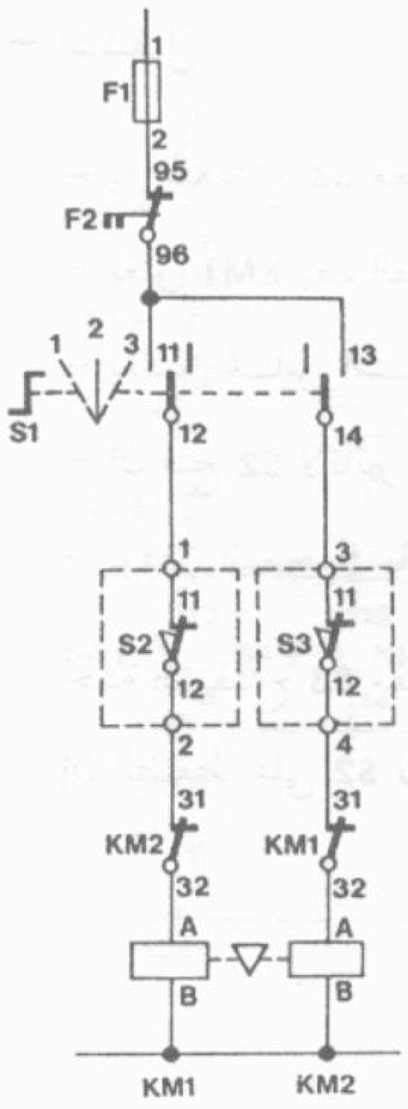
* التماس **S1(13–14)** مغلق ، وهي الوضعية رقم **3** للكبسة :

- يغلق **KM2** إذا كان **KM1** مفتوحاً .
- يفتح **KM2(31–32)** القفل الكهربائي مع **KM1** .
- التوقف باستخدام الكبسة **S1** .

7–2– التحكم باستخدام مفاتيح نهاية شوط (الدارة B) :

- تتوفر الإمكانيات السابقة نفسها بالإضافة لإمكانية التوقف الآلي عند نهاية الشوط .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



التشغيل :

* التماس **S1(11–12)** مغلق :

– يغلق **KM1** إذا كان قاطع نهاية الشوط **S2** مغلقاً و **KM2** مفتوحاً.

– يفتح التماس **KM1(31–32)** القفل الكهربائي مع **KM2**

– التوقف باستخدام **S1** أو قاطع نهاية الشوط **S2** .

* التماس **S1(13–14)** مغلق :

– يغلق **KM2** إذا كان **3S** مغلقا و **KM1** مفتوحاً .

– يفتح التماس **KM2(31–32)** القفل الكهربائي مع **KM1** .

– التوقف باستخدام **S1** أو قاطع نهاية الشوط **3S** .

7–3– التحكم باستخدام كبسات ذات نابض إرجاع (الدارة C) :

– تتوفر الإمكانيات المتاحة في الدارة **(A)** نفسها .

التشغيل :

بالاتجاه الأمامي : – تضغط الكبسة **S2**.

– يغلق **KM1** إذا كان **KM2** مفتوحاً.

– يغلق تماس استمرارية التغذية **KM1(13–14)** .

– يفتح التماس **KM1(31–32)** القفل الكهربائي مع **KM2** .

– التوقف بواسطة الكبسة **S1**.

بالاتجاه العكسي : – تضغط الكبسة **S3**

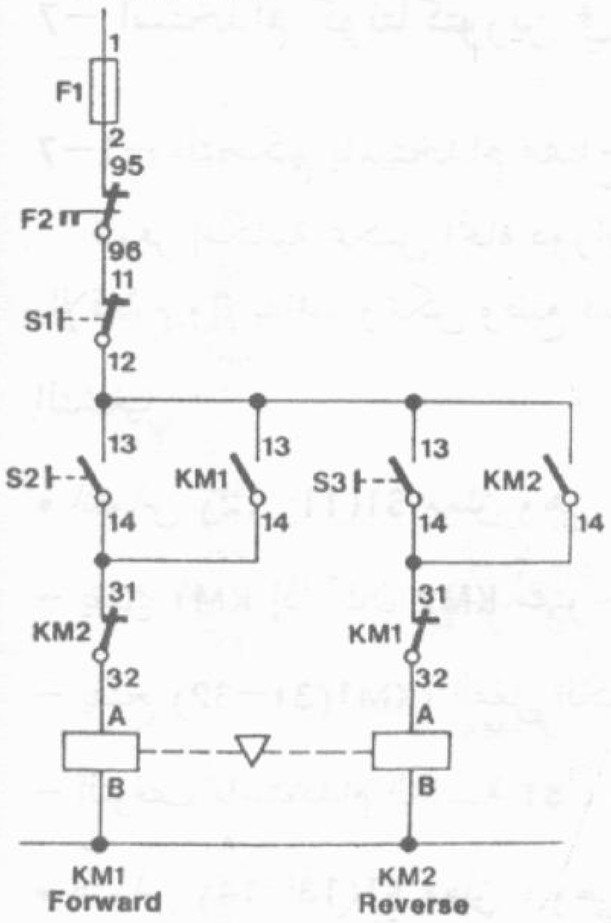
– يغلق **KM2** إذا كان **KM1** مفتوحاً .

– يغلق تماس استمرارية التغذية **KM2(13–14)**.

– يفتح التماس **KM2(31–32)** القفل الكهربائي مع **KM1** .

– التوقف بواسطة الكبسة **S1** .

Schematic B



Schematic C

7–4– التحكم باستخدام كبسات ذات نابض إرجاع وقواطع نهاية شوط (الدارة D) :

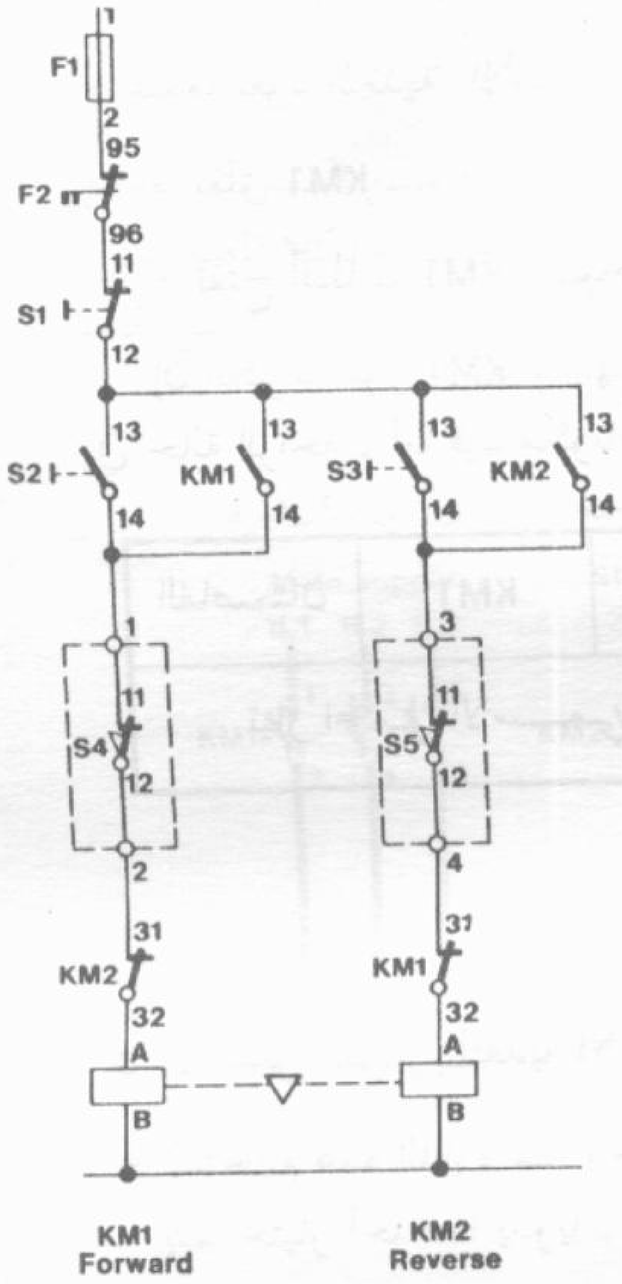
– تتوفر إمكانيات الدارة **B** نفسها .

التشغيل :

بالاتجاه الأمامي :

– تُضغط الكبسة **S2**.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



– يغلق **KM1** إذا كان **KM2** مفتوحاً وقاطع نهاية شوط **S4** مغلقاً .

– يغلق التماس استمرارية التغذية **KM1(13-14)** .

– يفتح التماس **KM1(31-32)** القفل الكهربائي مع **KM2** .

– التوقف باستخدام الكبسة **S1** أو عن طريق قاطع نهاية الشوط **S4** .

بالاتجاه العكسي :

– تضغط الكبسة **S3** .

– يعلق **KM2** إذا كان **KM1** مفتوحاً والقاطع **S5** مغلقاً .

– يغلق تماس استمرارية التغذية **KM2(13-14)** .

– يفتح التماس **KM2(31-32)** القفل الكهربائي مع **KM1** .

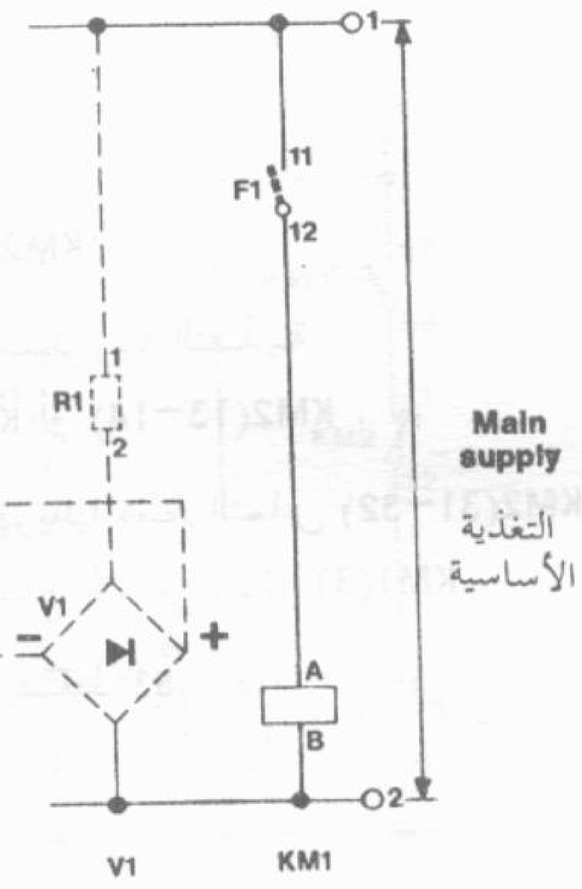
– التوقف باستخدام الكبسة **S1** أو عن طريق قاطع نهاية الشوط **S5** .

8– استخدام الكونتاكتور في تبديل مصدر التغذية :

8–1– إنارة الطوارئ :

تستخدم تجهيزات إنارة الطوارئ كتجهيزات احتياطية وتغذّى بمنبع تيار مستمر (غالباً ما يكون بطارية)، وتوضع هذه التجهيزات بالخدمة عندما يهبط جهد التغذية إلى نسبة معينة ، غالباً **70 %** من جهد التغذية ، عن طريق حاكمة جهد تفتح تماسها عند هذه النسبة (المخطط **B**). تستخدم هذه الإنارة للأماكن العامة مثل المسارح والسينما والمخازن وغيرها ..

تشغيل دارة الاستطاعة :



* عند وجود التغذية الرئيسية :

– **KM1** مغلق

– أقطاب الكونتاكتور **KM1** مفتوحة .

* عند انقطاع التغذية الرئيسية :

– يفتح **KM1** .

– تغلق أقطاب الكونتاكتور **KM1**

لتغذي دارات الإنارة من التجهيزات الاحتياطية .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

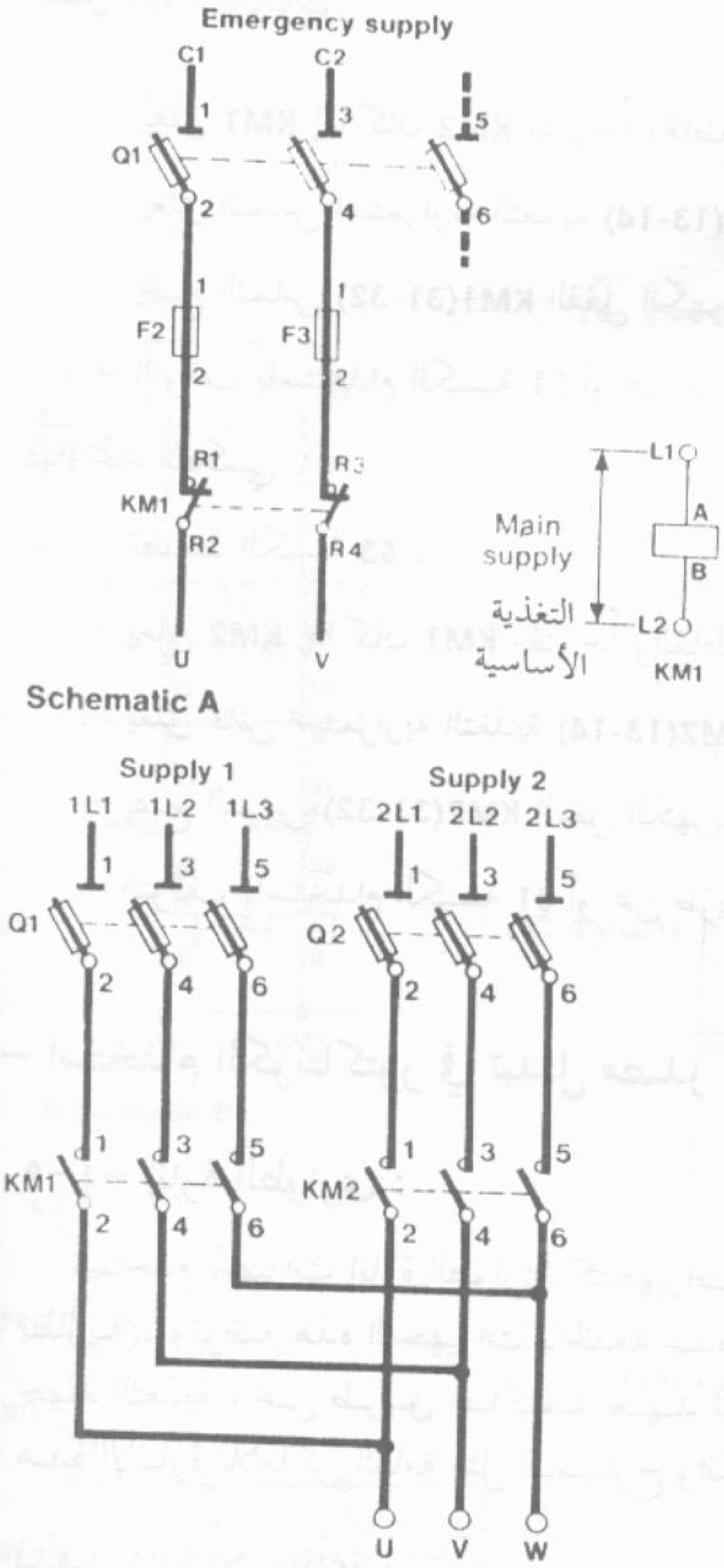
* عندما تعود التغذية الأساسية :

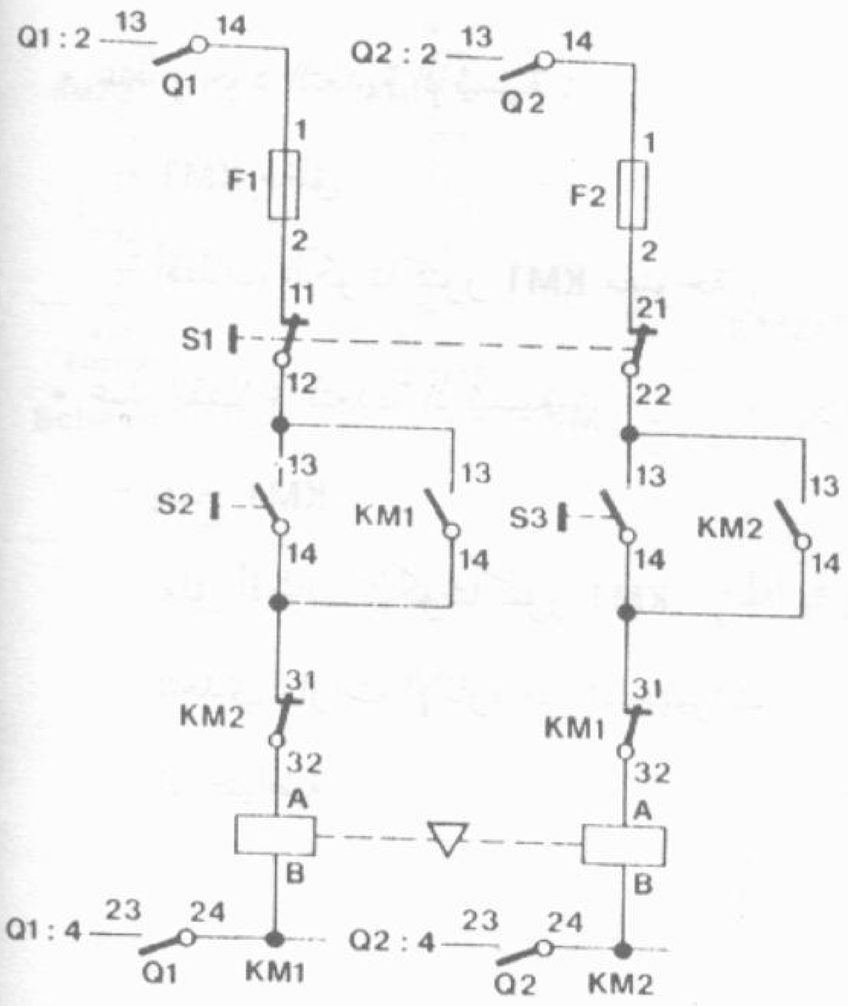
– يغلق **KM1** .

– تفتح أقطاب **KM1** (المخطط **A**).

إن الكونتاكتور **KM1** مجهز بأقطاب مغلقة في حالة الراحة ، أما قيم مكونات الدارة فهي :

الفاصمتان	**KM1**	**Q1**(اختياري)
تيار الحمل الاسمي للدارة		





8–2 تبديل مصدر التغذية الأساسية يدوياً :

– تستخدم هذه الدارة عند وجود مصدري تغذية يتم اختيار أحدهما يدوياً .

– تشغل دارة الاستطاعة بإغلاق **KM1** أو **KM2** .

– إن تيار كل من **KM1** و**KM2** يساوي تيار الحمل الاسمي ويوجد قفل ميكانيكي بينهما.

– أيضاً تيار كل من **Q1** و **Q2** يساوي تيار الحمل الاسمي.

تشغيل دارة التحكم :

– يضغط **S2** أو **S3**.

– يغلق **KM1** أو **KM2** .

– يغلق تماس استمرارية التغذية **KM1(13–14)** أو **KM2(13–14)** .

– يقفل **KM1** كهربائيا بفتح التماس **KM2(31–32)** ويقفل **KM2** بفتح التماس **KM1(31–32)** .

– تتوقف الدراة بضغط **S3**.

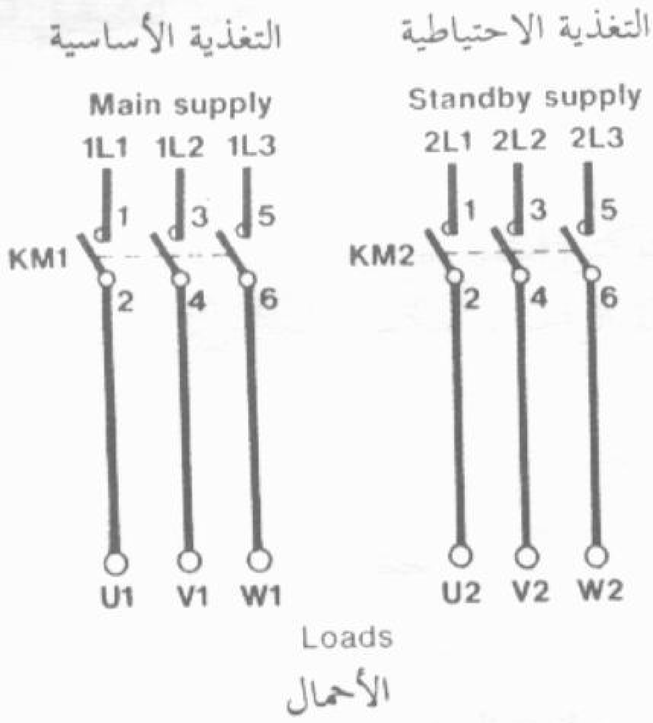
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

8-3- تبديل مصدر التغذية الأساسية آلياً :

عندما يتوفر في لوحة ما مصدران للتغذية أحدهما رئيسي والآخر احتياطي فمن الممكن تبديل التغذية من أساسية إلى احتياطية أو العكس آلياً، وتصمّم دارة التحكم مشتركة أو منفصلة لكلا المصدرين، ويتم تشغيل دارة الاستطاعة بإغلاق أحد الكونتاكتورين **KM1** او **KM2**، أما دارة التحكم فتشغّل كما يلي :

* بوجود التغذية الرئيسية :

- يغلق **KA1** .
- يفتح التماس **KA1(31-32)** القفل الكهربائي لـ **KM2** .
- يغلق **KM1** بإغلاق **KA1(67-68)** .
- يفتح التماس **KM1(31-32)** القفل الكهربائي لـ **KM2** .

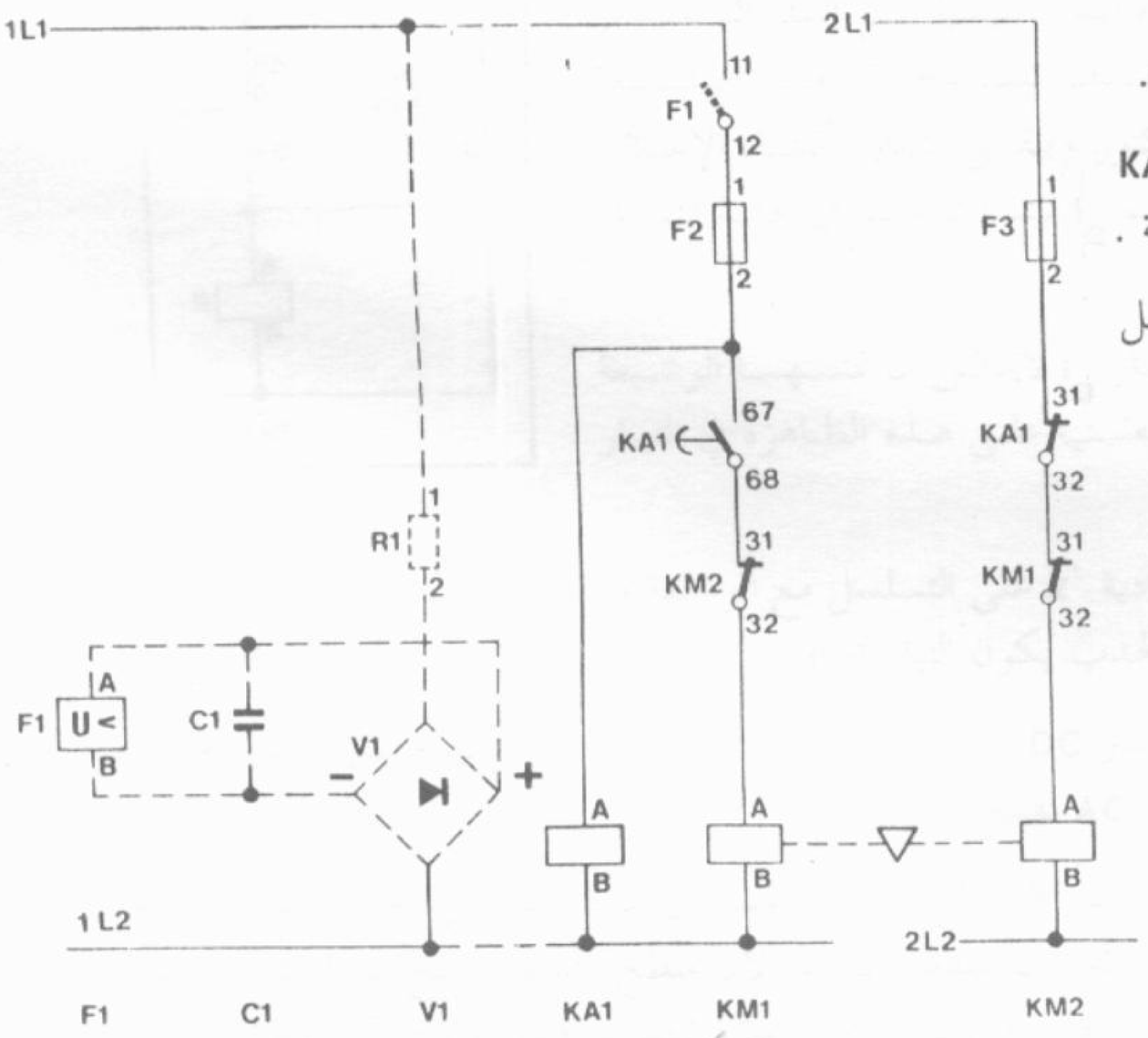


* عند انقطاع التغذية الرئيسية :

- يفتح **KA1** و **KM1** .
- يغلق **KM2** و**KA1(31-32)** و **KM1(31-32)** .
- يفتح **KM2(31-32)** القفل الكهربائي لـ **KM1** .

* عندما تعود التغذية الأساسية :

- يغلق **KA1** .
- يفتح **KM2** بفتح **KA1(31-32)**.
- يغلق **KM1** بإغلاق **KA1(67-68)** بعد مدة زمنية حوالي **0.5** ثانية .
- يفتح **KM1(31-32)** القفل الكهربائي لـ **KM2** .



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الفصل الخامس

الحاكمة RELAY

1- مقدمة :

الحواكم عنصر أساسي في دارات التحكم، إذ تقوم بعدد كبير من الوظائف مثل : اختيار الدارة العاملة، وبرمجة تتابع عمل الدارات، كما تقوم بوظائف المحافظة على أمان التشغيل وإعطاء أوامر لتشغيل لمبات الإشارة وللقياس وغيرها ..... وهي مصممة لتتحمل تيارات منخفضة القيمة ويعتمد التشغيل السليم لأجهزة التحكم على وثوقيتها.

إن الحياة الميكانيكية والكهربائية للحواكم أطول منها للكونتاكتورات، كما يمكن في بعض الحواكم تبديل وشيعتها وتحويل تماسها المغلق في حالة الراحة إلى مفتوح في حالة الراحة والعكس بالعكس.

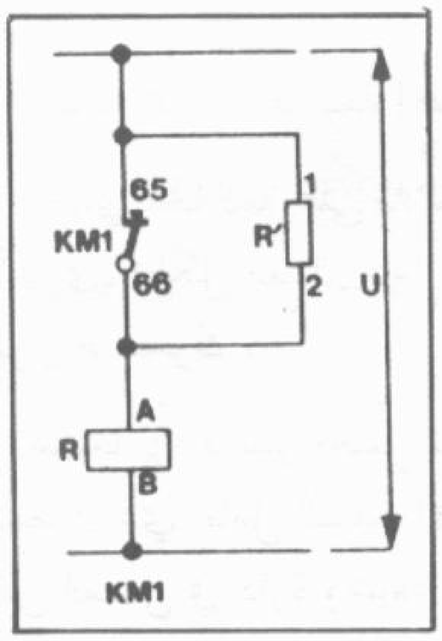
2- أجزاء الحاكمة :

تتكون الحاكمة من جزءين رئيسيين :

2-1- المغناطيس الكهربائي (بوبين) :

يشبه مبدأ عمله مبدأ عمل الكونتاكتور، ويصمم الجزء المتحرك (المتحرض) بحسب نوع التغذية ، إنما يمكن لبعض دارات الحواكم التي تصمم للعمل على التيار المتناوب أن تعمل على التيار المستمر بشرط تبديل الوشيعة وإضافة مقاومة على الدارة تسمى المقاومة الاقتصادية.

المقاومة الاقتصادية R :



تتحدد قيمة التيار عند عمل الدارة المغناطيسية على التيار المستمر بقيمة مقاومة الوشيعة R. عند الجذب تسمح مقاومة الوشيعة بمرور تيار كافٍ لإغلاق الكونتاكتور ويبقى التيار أثناء الإغلاق مساوياً لتيار إقلاع دارة التحكم I_a بينما لوحظ في حالة التيار المتناوب AC أن التيار أصغر بكثير .

إن القدرة الناتجة عن مرور التيار I_a لايمكن أن تمتصها الوشيعة دون ارتفاع درجة الحرارة ويمكن التغلب على هذه الظاهرة في التيار AC بإقلال قيمة ممانعة الوشيعة .

في الـ DC يتم وضع مقاومة اقتصادية R` على التسلسل مع الوشيعة وعلى التفرع مع تماس مغلق NC يفتح بعد إغلاق الكونتاكتور .عند الجذب يكون التيار $I_a = U/R$، وعند الفتح يصبح $I_0 = U/(R+R`)$.

تستخدم هذه الطريقة عند تزويد تيار DC لقلب مغناطيسي AC، وبالطبع يتم اختيار الوشيعة بحرص لأنها تختلف عن التي تستخدم منبع الـ AC نفسه .

يمكن الاستغناء عن استعمال R في بعض الوشائع ويكون القلب في هذه الحالة من الحديد الصلب ومجهّزاً بوشيعتين تسلسليتين حيث يسمح هذا الترتيب بتبديد القدرة، لأن سطح التبريد يصبح مضاعفاً، ويستخدم هذا النوع للتحكم بكونتاكتورات معرّضة لمعدلات تشغيل عالية تتطلب تحملاً ميكانيكياً كبيراً .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

2-2- التماسات :

تكون التماسات إما من النوع الذي يستجيب بشكل فوري، أو من النوع الذي يستجيب بعد زمن معين على الوصل أو على الفصل ، كما يمكن لأغراض فنية وصل الأجزاء الميكانيكية مع بعضها أو وصل التماسات للحصول على قفل كهربائي .

يُراعى عند تصميم المادة المستخدمة للتماسات أنها تمرر إشارات تشغيل ضعيفة المستوى وأنها تستخدم لفصل أحمال تحريضية ، ويمكن تحسين أداء التماس بجعل الجزء المتحرك للتماس ينزلق فوق الجزء الثابت (مسح ذاتي) أو بمضاعفة حجم نقطة التماس.

3- أنواع الحواكم :

3-1 حاكمة زيادة الحمولة الحرارية Thermal Overload Relay :

تصمم هذه الحواكم لتعمل على التيار المتناوب والتيار المستمر وتقدم حماية حرارية ضد الزيادة الصغيرة المستمرة للأحمال، وهي من حيث التصنيع على أنواع :

- ثلاثية الأقطاب : وتستخدم لنظام أحادي أو ثنائي أو ثلاثي الأطوار .
- معوّضة حرارياً : لاتتأثر بتغيرات درجة الحرارة المحيطة ضمن حدود معينة .
- تفاضلية : قادرة على كشف حالة عدم التوازن بين الأطور أو انقطاع أحدها.
- ذات قراءة مدرجة : حسب تيار المحرك بحيث يمكن تغيير قيمة التيار للحاكمة بما يتناسب مع حمل المحرك الفعلي .

1ً- مبدأ عمل الحاكمة الحرارية ثلاثية الأقطاب (المزدوجة الحرارية) :

تحتوي الحاكمة على ثلاثة عناصر ، يتكون كل عنصر من معدنين مثبتين معاً من جهة وحرّين من الجهة الأخرى، ولكل معدن عامل تمدد خطي يختلف عن الآخر. يرتبط كل عنصر على التسلسل مع طور من أطوار المحرك .

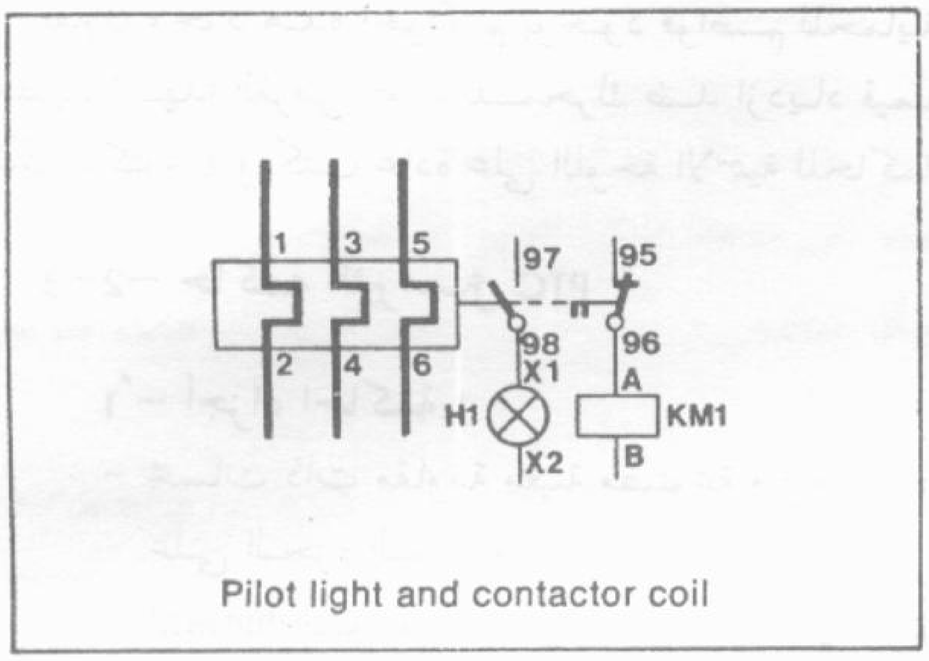
عندما يزداد تيار الحمل ترتفع درجة حرارة المزدوجة فتتمدد من ناحية الجهة الحرة وتنحني باتجاه المعدن ذي عامل التمدد الأقل ، وعندما يكون التمدد كافياً ومناسباً لقيمة تيار توليف الحاكمة يفتح تماس الفصل في دارة وشيعة التحكم، كما يغلق تماس لمبة الإشارة وتضيء اللمبة دلالة على أن الفصل سببه ارتفاع قيمة التيار المار .

لايمكن إعادة الحاكمة إلى الوضعية الأولية Reset قبل أن تبرد العناصر بشكل كاف ، وتتعلق المسافة التي يجب قطعها لفتح التماس الحراري بدرجة الحرارة المحيطية وتيار الفصل الذي تم توليف الحاكمة عليه بموجب صفيحة التوليف المتدرجة بحسب تيار المحرك . يكون تيار الفصل حسب الأنظمة الدولية أعلى بقيمة تتراوح بين 1.2- 1.05 من قيمة التيار الفعلية المار بالحاكمة .

عند استخدام حاكمة ثلاثية تفاضلية تكون وظيفة الجهاز التفاضلي تحريض الحاكمة على الفصل عندما يكون التيار المار في العناصر الثلاثة غير متماثل (تغذية غير متزنة ، انقطاع أحد الأطور ...) ، وكلما ازداد الفرق بين قيم التيارات ازدادت سرعة الفصل .

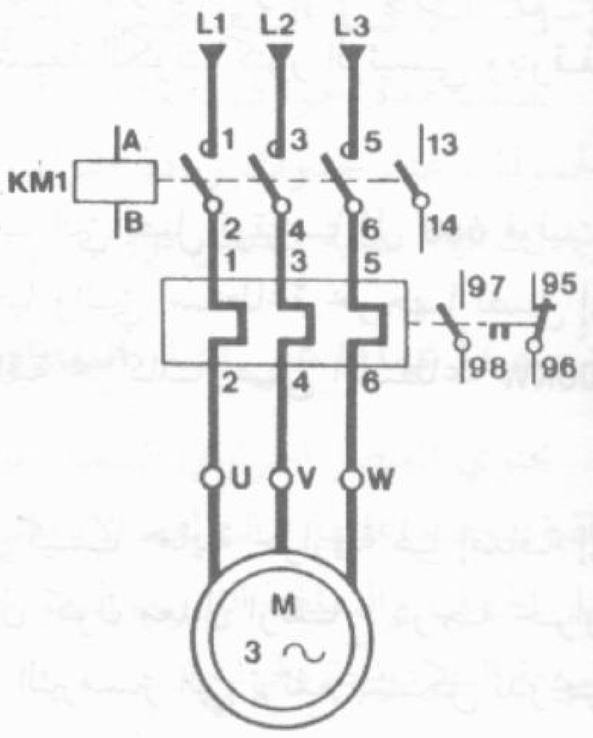
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

يجب عدم استخدام حواكم زيادة الحمولة الحرارية الثلاثية الأقطاب المزودة بجهاز تفاضلي لتغذية أحمال غير متزنة، مثل حالة تغذية حمل أحادي الطور عن طريق وصل شريحتين من المزدوجة الحرارية على التسلسل لأن هذا التوصيل يلغي التأثير التفاضلي (انظر الصفحة التالية)، وللتغلب على هذه الظاهرة تستخدم حواكم غير تفاضلية . ويبين الشكل جانباً عناصر الحاكمة وأرقام تماساتها مع طريقة توصيلها .

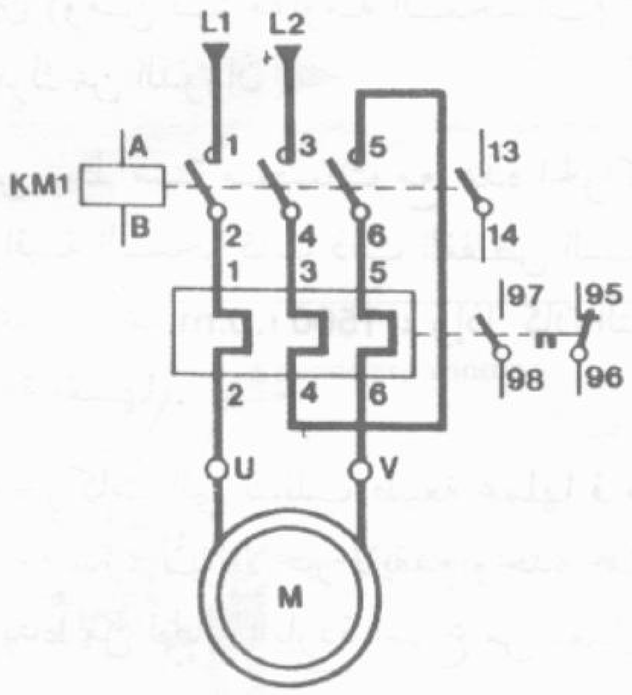


Pilot light and contactor coil

2ً- وصل الحاكمة مع كونتاكتور :



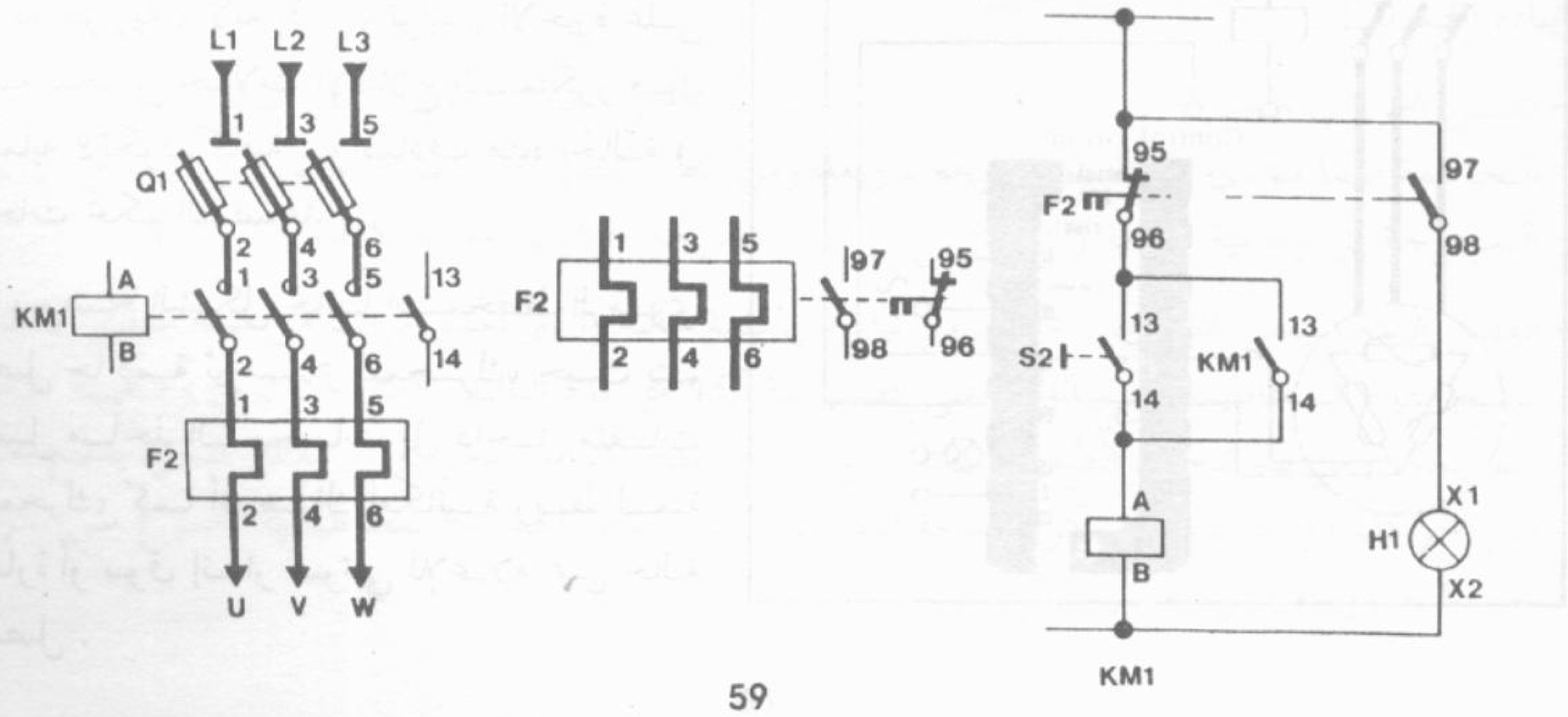
دارة ثلاثية الطور



دارة أحادية الطور أو تعمل على تيار مستمر

يوصل عنصر حراري واحد مع كل طور في دارة الاستطاعة من جهة الحمل لحمايته ، أما في دارة التحكم فيوصل تماس الفصل (96–95) على التسلسل مع وشيعة التحكم .

3ً- وصل الحاكمة مع إضافة فواصم :



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

يقترن وجود هذه الحواكم بوجود فواصم للحماية ضد حالات القصر ، وتقدم الفواصم المصممة خصيصاً لهذا الغرض حماية للمحرك ضد ازدياد قيمة التيار عن الحدود التي تتجاوز قيمة تيار الفصل للكونتاكتور ، ويكتب عادة على اللوحة الاسمية للحاكمة قيمة تيار الفاصمة المناسبة .

3-2- حاكمة الثيرمستر PTC :

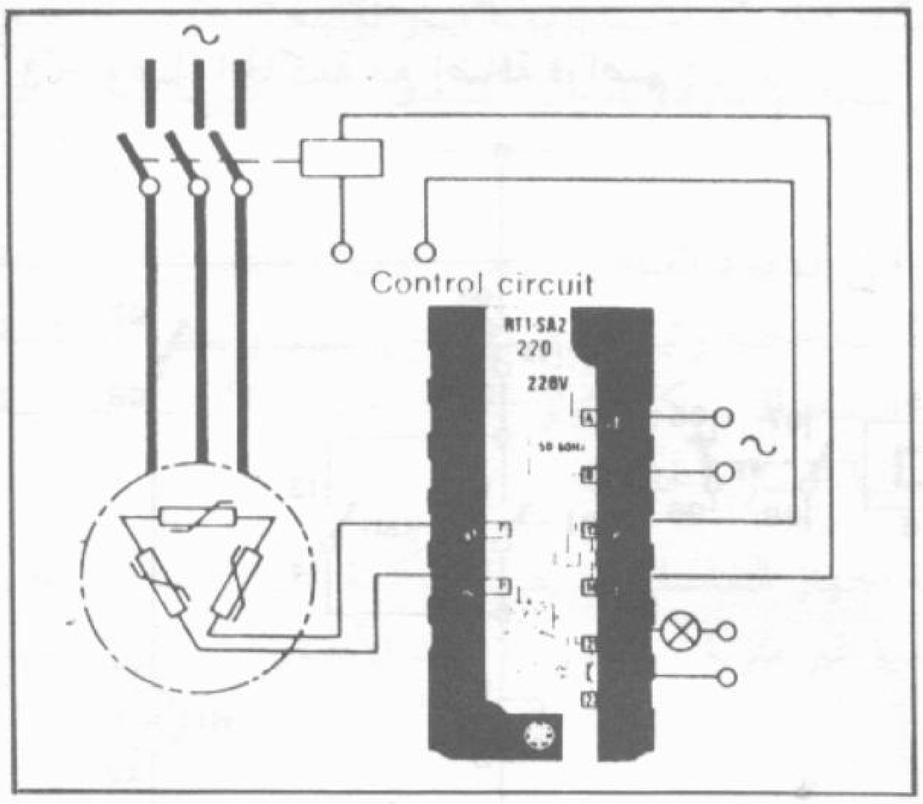
1ً- أجزاء الحاكمة :

- مجسات ذات مقاومة معينة مصنوعة من مواد نصف ناقلة تُثبّت على ملفات الجزء الثابت للمحرك أو على الجزء المراد مراقبة درجة حرارته من التجهيزات، وهي ذات عامل حراري موجب Positive Temperature Coefficient أي ترتفع مقاومتها بازدياد درجة الحرارة الفعلية، وترتبط هذه المجسات مع الحاكمة. وهناك مجسات ذات عامل حراري سالب Negative تنخفض مقاومتها بازدياد درجة الحرارة .
- حاكمة تحكم تتحسس لتغيرات قيمة المجسات المرتبطة معها ، فبازدياد درجة الحرارة عن حد معين (ومن ثم مقاومة المجسات) تفصل التغذية عن وشيعة الكونتاكتور الرئيسي ويتوقف المحرك عن الدوران .

يمكن ربط ستة مجسات مع هذه الحواكم من أجل المحركات التي يصل توترها إلى 660 فولت، ويمكن مراقبة المحركات ذات القفص السنجابي المبردة سطحياً والتي استطاعة خرجها تصل إلى 132KW عند سرعة 1500 r.p.m ، وإذا كان التبريد داخلياً فيمكن مراقبة محركات حتى استطاعة 200KW عند السرعة نفسها .

في المحركات التي تتطلب طبيعة عملها فرملة الجزء الدائر يجب تركيب حماية حرارية لها إضافة إلى حواكم الثيرمستر، لأن الأخير لايقدم وحده حماية كافية بسبب احتمال كون معدل ارتفاع درجة حرارة المحرك بدءاً من الحالة الباردة أسرع من معدل درجة حرارة مجسات الثيرمستر التي ترتفع بشكل تدريجي بطيء.

تنص أنظمة زيادة الحمولة للمحركات على أن المحركات ذات الإقلاع المتكرر (أكثر من 40 عملية تشغيل في الساعة) والتي استطاعتها أكثر من 2KW يجب حمايتها بوضع مجسات الثيرمستر داخل الملفات إضافة لاستخدام حاكمة زيادة حمولة حرارية ، لأنه إذا تم توليف الأخيرة على قيمة تتحمل حالات الإقلاع المتكرر فإن الحماية لاتكون كافية ، وتصادف هذه الحالة في لوحات تحكم المصاعد .



ويوضح الشكل جانباً المخطط الرمزي لوصل حاكمة ثيرمستر لمحرك، حيث يتم وصل مآخذ المجسات إلى داخل ملفات المحرك، كما أن هناك إمكانية ربط لمبة إشارة أو بوق إنذار صوتي للإعلام عن حالة الفصل .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

2ً– أنواع الحاكمة :

– يدوية : حيث يمكن إعادة الحاكمة إلى العمل بضغط كبسة الـ **Reset** بعد أن تنخفض درجة الحرارة بمقدار **5C°** درجات مئوية تقريباً عن درجة حرارة العمل الاسمية .

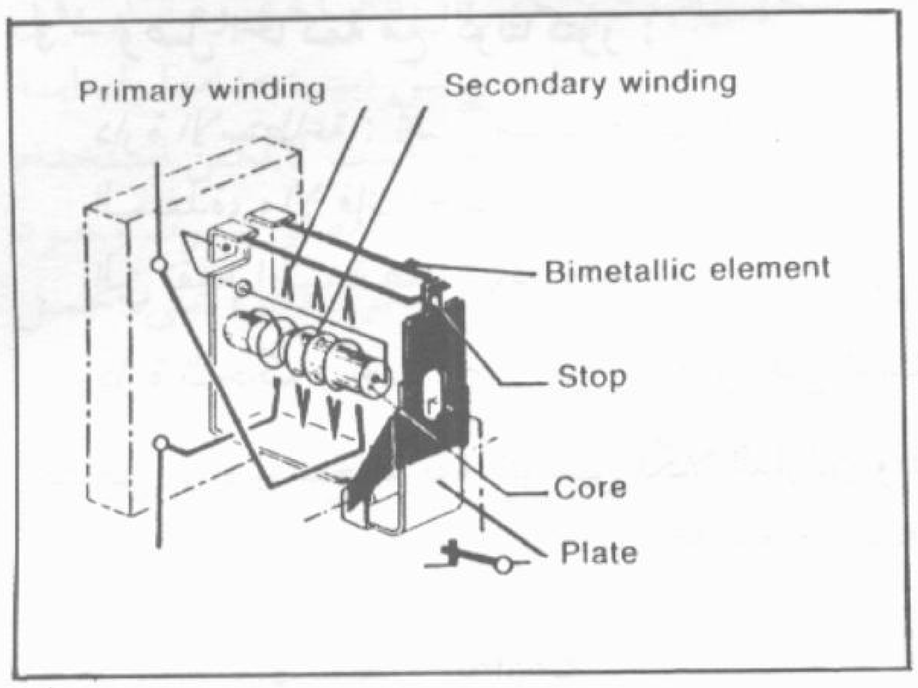
– آلية : تعود الحاكمة تلقائياً إلى العمل بعد أن تنخفض درجة الحرارة بمقدار **5C°** درجات مئوية تقريباً.

وهناك تطبيقات عديدة لهذه الحواكم مثل:مراقبة درجة حرارة المحركات والمحولات، وتجهيزات التدفئة وحرارة الزيت والمضاجع الدوارة وعلب المسننات وغيرها من المعدات التي يمكن تركيب مجسات ثيرمستر عليها . وبشكل عام تستخدم لحماية كافة المحركات التي حمايتها بواسطة قياس شدة التيار غيركافية، وتصادف مثل هذه الحالات في المحركات ذات الاقلاع المتكرر (المصاعد) والإقلاع طويل الزمن وفي المحركات التي يحدث فيها زيادة أحمال قليلة متكررة .

3–3– الحاكمة المغناطيسية الحرارية Thermal Magnetic Relay :

تصمم هذه الحواكم لحماية المحركات التي تعمل على التيارين المتناوب والمستمر ضد زيادة الحمولة ، عند حدوث زيادة حمولة صغيرة يكون عمل الحاكمة هو الفصل بعد زمن معين ، أما من أجل زيادات تيار عالية فتفصل فوراً .

1ً– مبدأ عملها على التيار المتناوب :



يحتوي العنصر الحراري المغناطيسي على نواة أفقية يتوضع عليها : الملف الابتدائي الذي يمر فيه تيار الحمل، والملف الثانوي الموصل بنهايتيه على شريحة المزدوجة الحرارية .

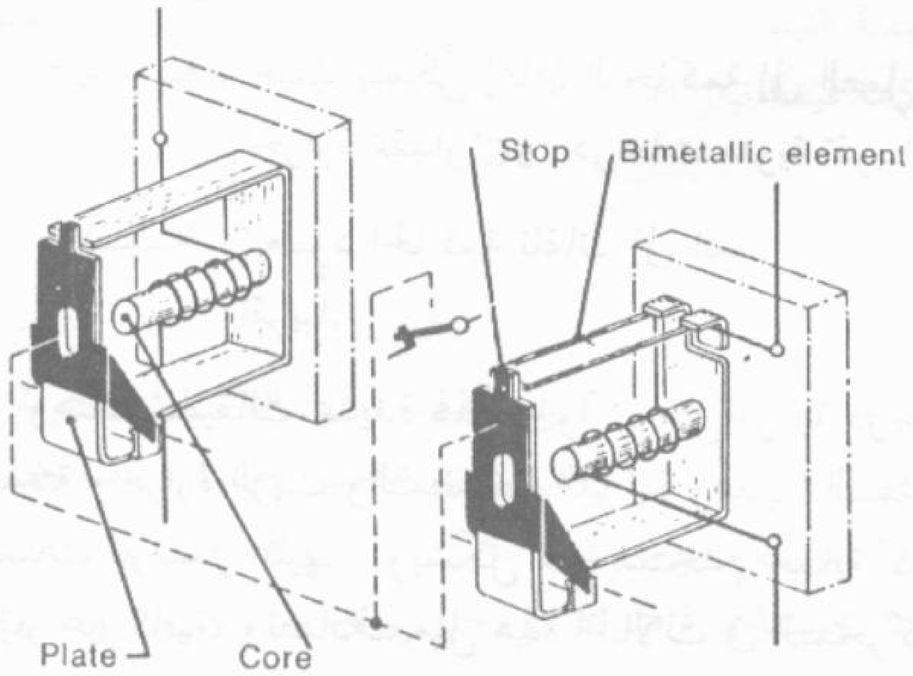
عند مرور تيار في الابتدائي ينشأ حقل مغناطيسي يحاول جذب الصفيحة باتجاه النواة ويحرض تياراً في الملف الثانوي، يؤدي إلى تسخين شريحة المزدوجة الحرارية .

تؤدي هذه الحاكمة وظيفتين بحسب نوع زيادة الحمولة :

– الفصل الحراري المتأخر : ترتفع درجة حرارة المزدوجة إذا تجاوزت قيمة التيار القيمة المولفة عليها الحاكمة مما يؤدي إلى انحناء الشريحة ، وبعد زمن معين تفصل تماسها المغلق ، ولايمكن إعادة المزدوجة إلى وضعية الراحة (الإغلاق) قبل أن تبرد درجة حرارتها بمقدار كاف .

– الفصل المغناطيسي الفوري : عند مرور تيار ذي قيمة عالية (أكبر بعشر مرات من قيمة التيار الاسمي) تصبح القوة المغناطيسية المبذولة على الصفيحة أكبر من قوة النابض الذي يكون في وضعية جذب للصفيحة، ومن ثم تتحرك الصفيحة بعيداً عن النواة ويفتح التماس بفعل ذراع العتلة الذي يدفع محور نقل الحركة، وفي هذه الحالة تكون سرعة استجابة الفصل بفعل الحماية المغناطيسية أسرع من سرعة انحناء المزدوجة الحرارية .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



2ً– مبدأ عملها على التيار المستمر :

تحتوي الحاكمة على عنصرين مختلفين :

- عنصر مغناطيسي يشبه العنصر الذي يعمل على التيار المتناوب لكن لايوجد ملف ثانوي .
- عنصر حراري ذو تصميم مختلف ؛ حيث توصل المزدوجة الحرارية مباشرة مع الملفات التي يمر بها التيار.

من أجل التيارات العالية يجب إضافة مقاومة تفرعية مع الحاكمة بحيث يمر جزء من التيار في المزدوجة .

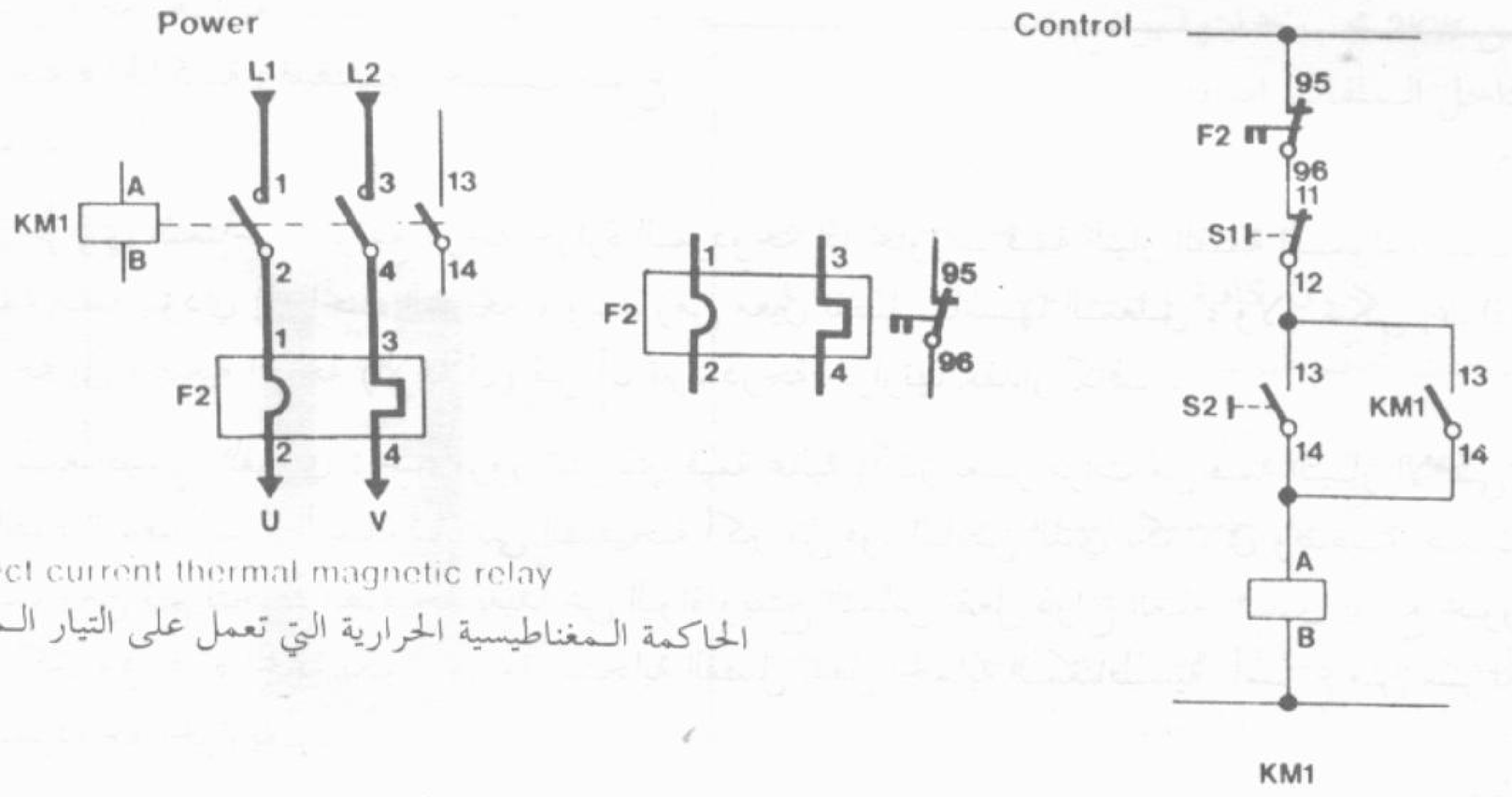
ولمنع المزدوجة الحرارية من الفصل مغناطيسيا تصنع الصفيحة المتحركة التي توضع أمامها من معدن غير مغناطيسي (نحاس brass) ، أما التشغيل فهو مماثل تماماً لحواكم التيار المتناوب .

3ً– وصل الحاكمة مع كونتاكتور :

دارة الاستطاعة : يجب استخدام كونتاكتورات ذات استطاعة قطع أعلى من قيمة تيار قصر التجهيزات المنفذة، وإلا فإن الحماية ضد دارات القصر يجب تأمينها بواسطة فواصم بالإضافة إلى الحواكم الحرارية التي تقدم الحماية ضد زيادة الحمولة .

دارة التحكم : يجب وصل تماس الفصل على التسلسل مع دارة وشيعة الكونتاكتور .

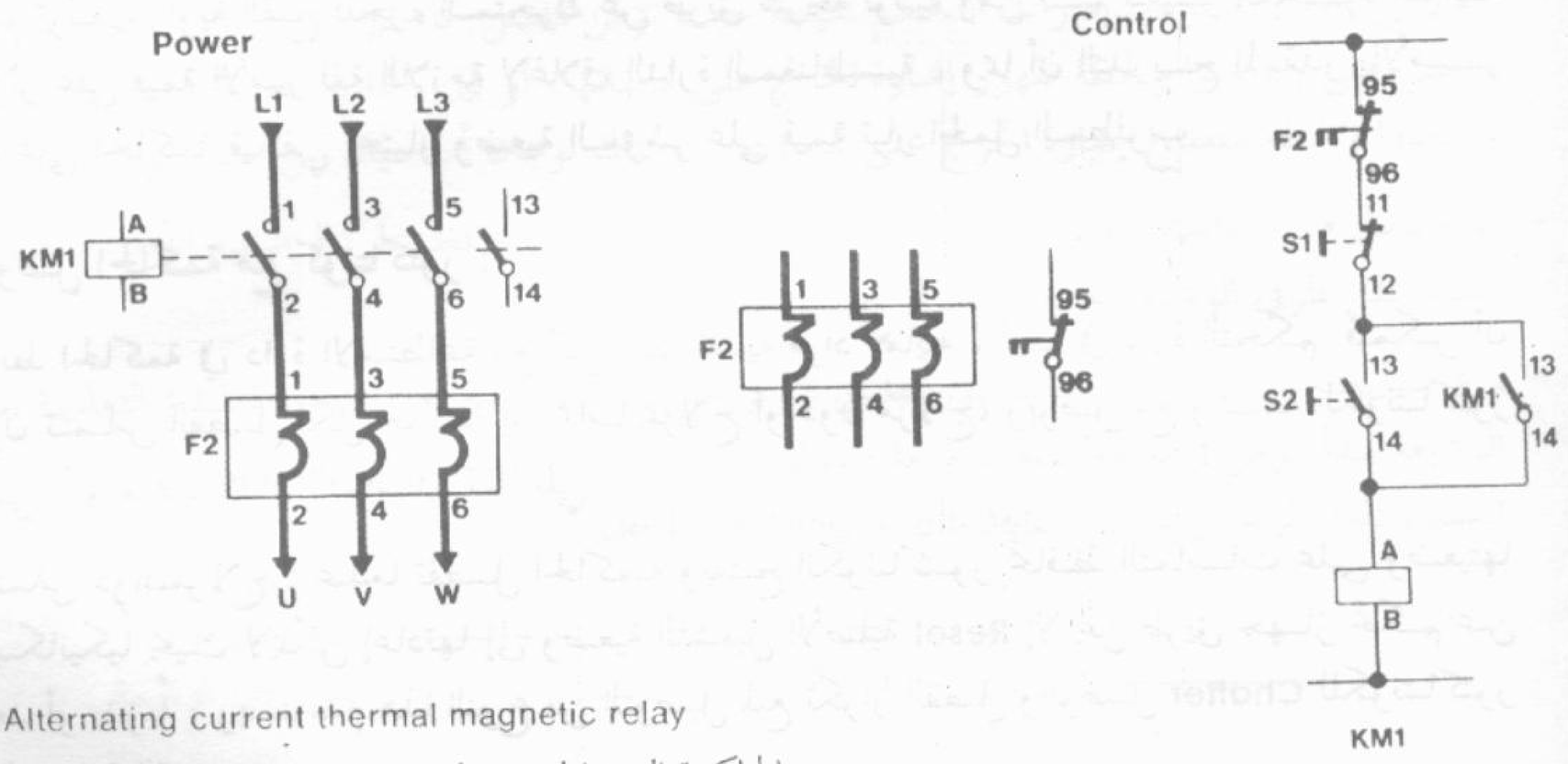
الشكل أدناه يوضح طريقة التوصيل لكلا الدارتين وللتيارين المتناوب والمستمر .



Direct current thermal magnetic relay

الحاكمة المغناطيسية الحرارية التي تعمل على التيار المستمر

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



Alternating current thermal magnetic relay

الحاكمة المغناطيسية الحرارية التي تعمل على التيار المتناوب

3-4- حاكمة زيادة التيار الكهرمغناطيسية Electromagnetic Overcurrent Relay :

تُصمم هذه الحواكم ضد الزيادات الكبيرة في الأحمال للتجهيزات التي تتعرض غالباً لذروة تيار مثل إقلاع المحركات ذات حلقات الانزلاق المستخدمة في الروافع ، كما يمكن استخدامها لحماية المحركات ذات الإقلاع المتكرر وذات التغيير المفاجئ في عزم الحمولة، حيث لايمكن استخدام الحواكم الحرارية. من الممكن أيضاً استخدام هذه الحواكم للحماية ضد تيارات القصر بشرط وجود كونتاكتور ذي استطاعة قطع كافية مع ملاحظة أن كافة مكونات الدارة يجب أن تكون قادرة على تحمل نتائج حدوث دارة القِصر .

1ً- أجزاؤها :

1- دارة مغناطيسية ذات جزء ثابت وآخر متحرك مع وشيعة .
2- عدد من التماسات المفتوحة والمغلقة .
3- فجوة هوائية قابلة للتعيير .
4- نهايات توصيل .

2ً- مبدأ عملها :

توصل الوشيعة مع أحد الأطوار ويكون مقطع سلكها متناسباً مع التيار الذي يمروره ينتج حقلاً مغناطيسيا ، وتجدر الإشارة إلى أن هذا الحقل لايكون كافياً لجذب الجزء المتحرك في حالات التنشغيل الطبيعي .

عند مرور تيار كبير ناتج عن زيادة حمولة أو مرور تيار قصر تزداد شدة الحقل المغناطيسي (الأمبير لفة) مما يؤدي إلى جذب الجزء المتحرك الذي يحرك ذراعاً يعكس وضعية تماسات الحاكمة ، أي أن التماس N/C الموصل في دارة الوشيعة للكونتاكتور الرئيسي يغيّر وضعيته إلى الفتح ومن ثم يفصل الكونتاكتور ويفصل الحمل عن التغذية .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

3ً- توليفها :

يتم توليف زاوية الفتح للجزء المتحرك عن طريق شريحة لولبية ومن ثم تتغير الفجوة الهوائية التي تؤثر على قيمة الأمبير لفة اللازمة لإغلاق الدارة المغناطيسية ، وبما أن التدريج المقدّر بالأمبير مدوّنٌ على الحاكمة فيكفي اختيار وضعية المؤشر على قيمة تيار الحمل المطلوب .

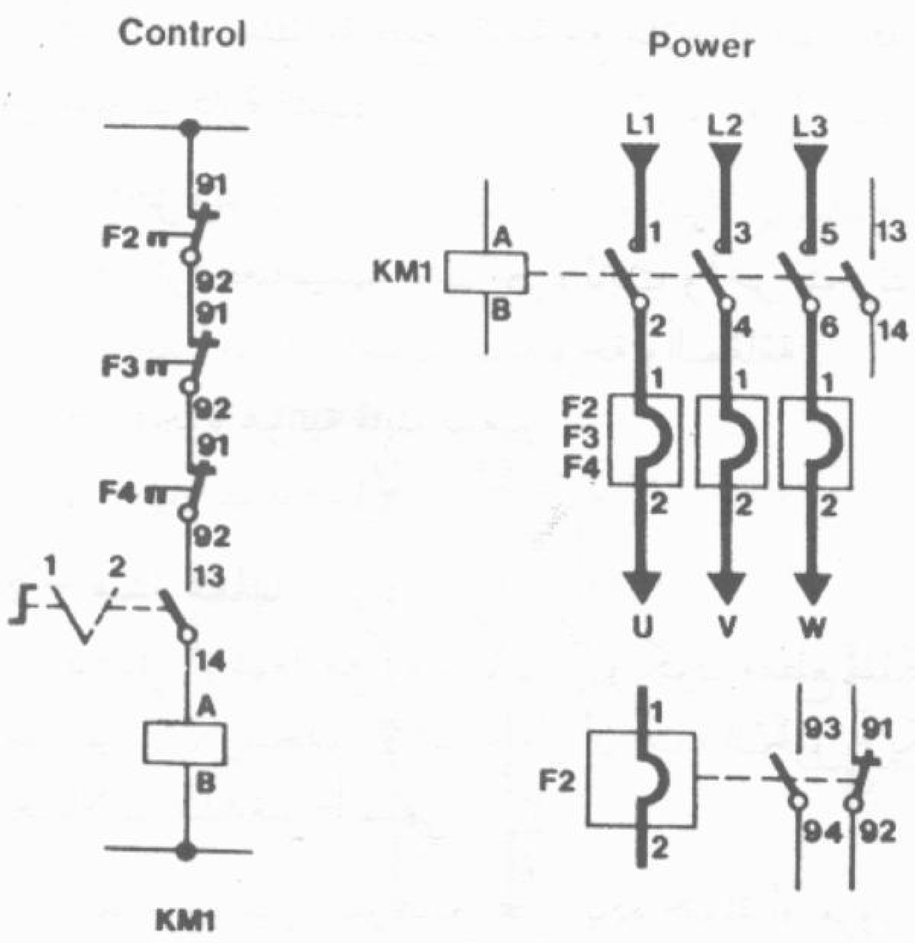
4ً- وصل الحاكمة مع كونتاكتور :

تربط الحاكمة في دارة الاستطاعة مع كل خط تغذية مراد حمايته ، أما في دارة التحكم فيمكن أن يكون تماس الفصل لكل حاكمة إما تماساً بمزلاج أو دون مزلاج، ويوصل مع وشيعة الكونتاكتور الرئيسي . ويعرف هذان التماسان كما يلي :

التماس ذوالمزلاج : عندما تفصل الحاكمة ويفتح الكونتاكتور تحافظ التماسات على وضعيتها ميكانيكياً بحيث لايمكن إعادتها إلى وضعية التشغيل الأصلية **Reset** إلا عن طريق جهاز تحكم عن بعد أو يدوياً ، ويستخدم هذا النوع من التوصيل لمنع تكرار الفصل والوصل **Chatter** للكونتاكتور على دارة القصر .

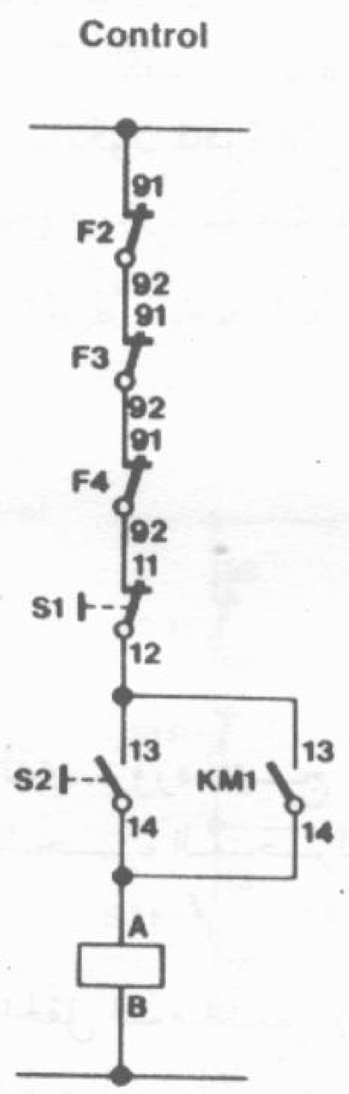
التماس عديم المزلاج : بعد أن تفصل الحاكمة ويفتح الكونتاكتور يتوقف مرور التيار المسبب للفصل، وتعود الحاكمة لتقوم بعملها الأصلي ويبقى الكونتاكتور مفتوحاً .

في كلا الحالتين يجب إزالة العطل قبل إعادة تشغيل الحاكمة (للتماس ذي المزلاج) أو قبل ضغط كبسة التشغيل (للتماس عديم المزلاج) ، والشكل التالي يوضح دارتي التحكم والاستطاعة :



2 wire control
(latching contact)

تماس ذو مزلاج



Push-button control (3 wire)
(non-latching contact)

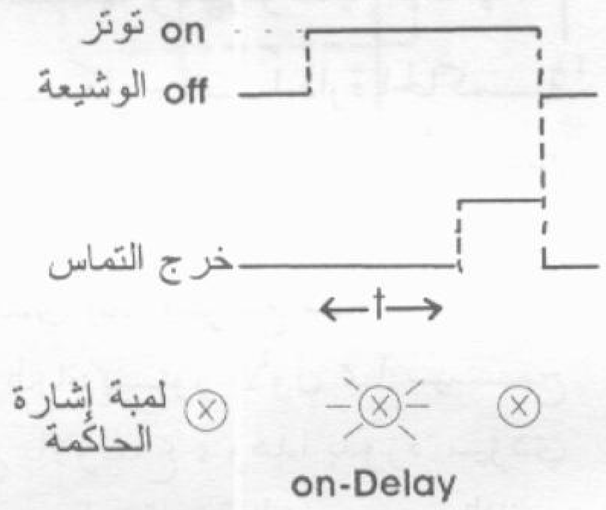
تماس عديم المزلاج

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

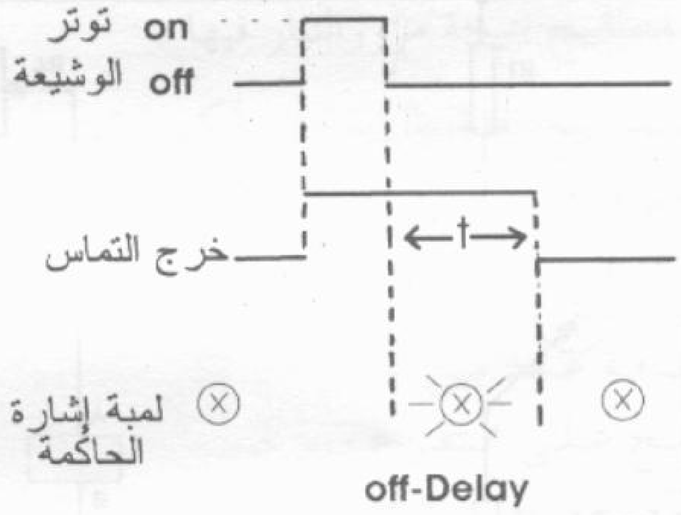
3–5– الحاكمة الزمنية Time Relay :

وهي إحدى مكونات دارات التحكم المهمة حيث تؤمّن فاصل تأخير زمني بين لحظة تطبيق إشارة الدخل على وشيعتها ولحظة ظهور إشارة الخرج على تماساتها، أو بين لحظة انقطاع إشارة الدخل على وشيعتها ولحظة انقطاع إشارة الخرج على تماساتها ، وهناك نوعان أساسيان من الحواكم الزمنية :

- نوع تبدّل فيه التماسات وضعيتها بعد زمن معين t قابل للتعيير وتحافظ على الوضعية الأخيرة طول وجود تغذية على طرفي الوشيعة on-Delay أو Energizing .
- نوع تبدل فيه التماسات وضعيتها فور تطبيق التوتر على طرفي الوشيعة ، وعند انقطاع التغذية عن طرفي الوشيعة يبدأ الزمن t المولّفة عليه الوشيعة بالتوقيت ، وتعود التماسات إلى وضعيتها في حالة الراحة بعد انقضاء ذلك الزمن وتسمى off-Delay أو De-Energizing .



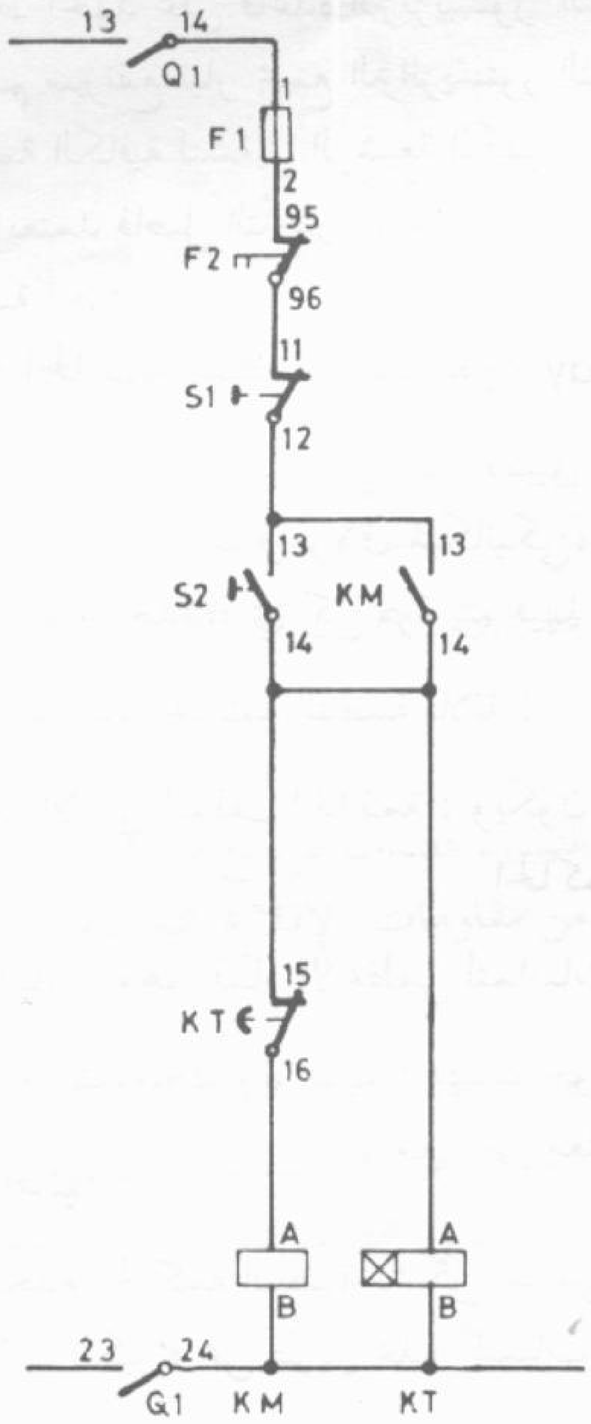
on-Delay



off-Delay

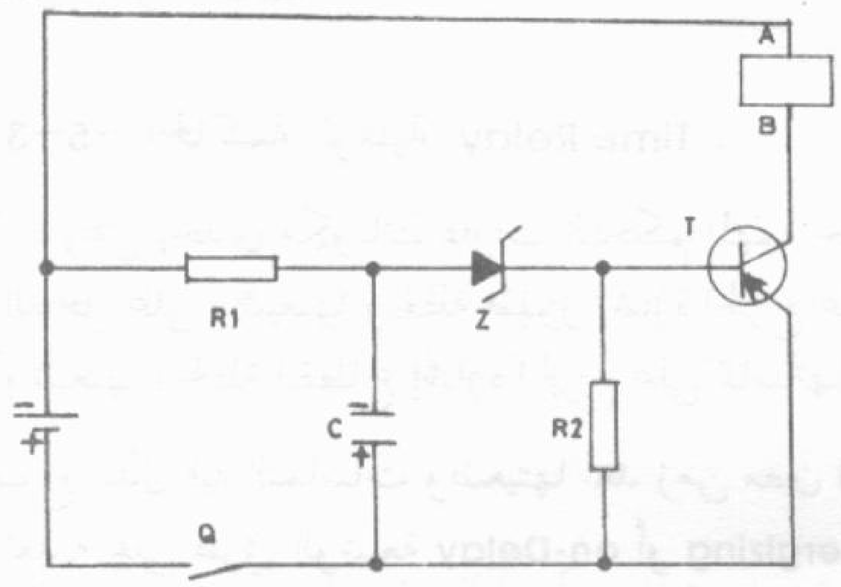
وفيما يلي مثالٌ مبسط لاستخدام أحد أنواعها :

- تضغط كبسة التشغيل S2 .
- يمر تيار في الوشيعة KM(AB) .
- يغلق التماس KM(13–14) وتبدأ الحاكمة الزمنية بالتوقيت.
- بعد انقضاء الزمن المولّف عليه الحاكمة يفتح التماس KT(15–16) .
- يتوقف مرور التيار في الوشيعة KM(AB) .
- يفتح التماس KM(13–14) وتتوقف الدارة عن العمل .

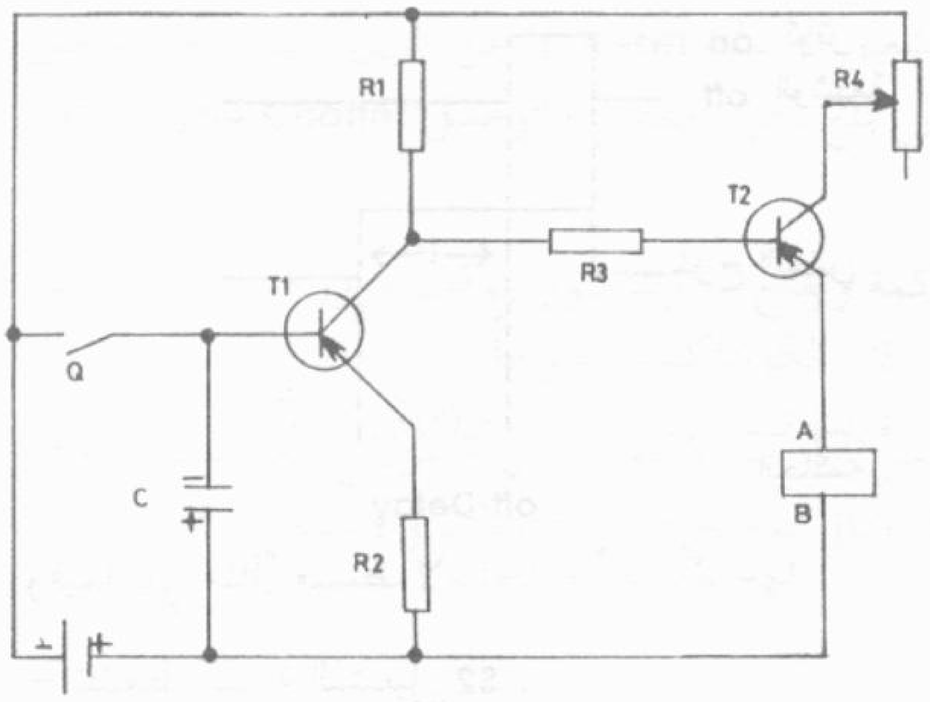


تلاقي الحواكم الزمنية الإلكترونية انتشاراً واسعاً وخاصة في دارات التحكم المختلفة ، وتستخدم في دارات هذه الحواكم عناصر من أنصاف النواقل كالترانزيستورات والثايرستورات والمقاومات الحرارية ، إضافة لوشيعة كهرطيسية في بعض الأحيان . وتستطيع الحواكم الزمنية الإلكترونية تأمين تأخير زمني يتراوح من 1 ميلي ثانية حتى عشرات الدقائق . وتستخدم بشكل رئيسي من أجل تأمين فاصل تأخير زمني يتراوح بين 50 ميلي ثانية و60 ثانية .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



يتم الحصول على مدة التأخير الزمني في دارات الحواكم الزمنية الإلكترونية بشكل رئيسي بالاستفادة من خواص شحن المكثفات وتفريغها التي توصل عادة إلى دارة قطب التحكم للعنصر الفعال الموجود في دارة الحاكمة، كالقاعدة في الترانزيستور أو البوابة في الثايستور ، ويبين الشكل التالي دارة حاكمة زمنية ترانزيستورية تعمل على مبدأ شحن المكثفة . عند إغلاق المفتاح Q تشحن المكثفة C بالقطبية المبينة على الشكل إلى أن تصبح قيمة الجهد على طرفيها مساوية لقيمة جهد انهيار ثنائي زينر Z . عندها يصبح هذا الثنائي موصلاً ويمرر تياراً في قاعدة الترانزيستور يؤدي إلى تشغيله، ويمر تيار مجمع الترانزيستور I_e بالوشيعة الكهرطيسية AB مؤدياً إلى تشغيلها وتغيير وضعية تماساتها.



يبيّن الشكل جانباً دارة الحاكمة الترانزيستورية التي تعمل على مبدأ تفريغ المكثفة . بعد إغلاق المفتاح Q وفتح المكثف C الذي يبدأ بتفريغ شحنته سيهبط جهد قاعدة الترانزيستور الأول مما سيسمح لتيار المجمع بالارتفاع ، وهذا بدوره سيؤدي إلى هبوط الجهد على قاعدة الترنزيستور الثاني، ومن ثم سيرتفع تيار مجمع الترانزيستور الثاني إلى القيمة الكافية لتشغيل الوشيعة الكهرطيسية AB ، ويعتمد فاصل التأخير الزمني على ثوابت الدارة ، كما يمكن أن تقوم بدور المفتاح Q أي دارة إلكترونية أخرى .

3–6– الحاكمة النبضية (التلربتور) Impulse Relay :

تعمل الحاكمة النبضية على مبدأ تطبيق نبضة لحظية (التوتر الاسمي) على طرفي ملفّها مما يؤدي إلى تغيير وضعية تماساتها بواسطة مزلاق ميكانيكي، وبهذا التغيير يتم فصل أو وصل دارة كهربائية عن بعد، وتحافظ على الوضعية الجديدة في كل مرة يتم فيها تطبيق نبضة كهربائية .

إن محدادات الحاكمة النبضية ثلاثة :

أ– التوتر الاسمي لملف الحاكمة : ويكون مستمراً أو متناوباً وتختلف قيمته بحسب الدارة المراد وصل الحاكمة عليها .

ب – التيار : وهو التيار الأعظمي لتماسات الحاكمة .

جـ– عدد التماسات ونوعيتها : فهناك حواكم ذات تماس مفتوح واحد ، أو تماس قلاب ، أو تماس مفتوح مع تماس مغلق ، أو تماسين مفتوحين .

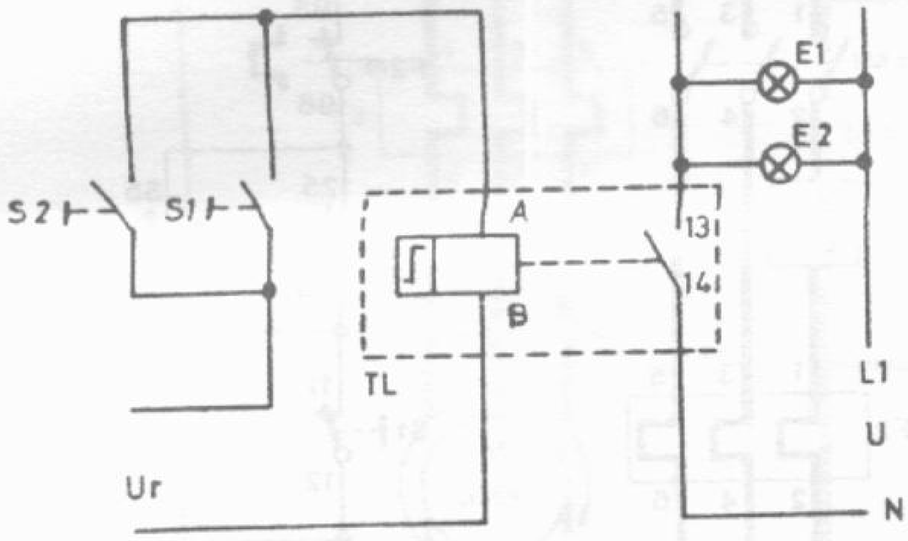
استخداماتها :

تستخدم الحاكمة النبضية بشكل أساسي للتحكم بتشغيل دارات الإنارة حيث يمكن إنارة الممرات والصالات الكبيرة عن طريق عدة كبسات تشغيل، ويتم حساب قيمة تيار الإنارة بحيث لاتتجاوز قيمة

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

التيار المبين على الحاكمة ، وعندما يتجاوز تيار الحمل قيمة التيار المبيّن على الحاكمة يمكن استخدام تماس الحاكمة لتغذية وشيعة كونتاكتور والذي بدوره يغذي أحمالاً كبيرة. كما يمكن استخدام الحاكمة في دارات تشغيل مضخات مياه بالتناوب، ولها تطبيقات أخرى في دارات التحكم. يعتبر استخدام سلكين فقط لكل كباسة تشغيل ميزة لهذا النوع من الحواكم ، كما يُنصح بعدم تطبيق توتر بشكل دائم على ملف الحاكمة لئلا يؤدي ذلك إلى إفساد الملف .وفيما يلي دارة مبسّطة لبيان أحد استخدامات هذه الحاكمة :

التحكم بإنارة عدة مصابيح باستخدام حاكمة نبضية ذات تماس واحد مفتوح :



- تُضغط إحدى الكبستين **S1** أو **S2** فيمر تيار في ملف الحاكمة **TL(AB)** .
- تتبدل وضعية التماس **TL(13-14)** من تماس مفتوح إلى تماس مغلق .
- تُضيء المصابيح نتيجة مرورالتيار فيها .
- لإطفاء المصابيح تضغط إحدى الكبسات ضغطة أخرى فتتبدل وضعية التماس **TL(13–14)** إلى وضعية الفتح وينقطع مرور التيار عبر المصابيح .
- يمكن إضافة عدد من الكبسات على التفرع مع **S1** بحسب الحاجة، كما يمكن إضافة عدد من المصابيح على التفرع مع المصابيح **E1** و **E2** مع مراعاة قيمة التيار الممكن أن يتحمله التماس **TL(13–14)** .

3–7– حواكم القياس Measuring Relays:

تستخدم حواكم القياس في لوحات التحكم الآلي للتحكم ومراقبة قيم التوتر والتيار المستجرّ من الحمل ، وعند وصول أي من هاتين القيمتين إلى القيمة الحدّية تتحرض الحاكمة وتعمل على فصل التغذية عن الحمل عن طريق الكونتاكتورات الموجودة في الدارة .

قياس التيار :

تقاس قيمة التيار لمراقبة ما يستجره الحمل والتجهيزات المرتبطة على الشبكة ، وتستخدم حواكم زيادة التيار التي تتحرض عند زيادة كبيرة في التيار أو حواكم انخفاض التيار التي تتحرض عند انخفاض قيمة التيار بحسب ماياسب ظروف التشغيل وأنواع المحركات .

حاكمة التوقف (المخطط **A** و **B**) :

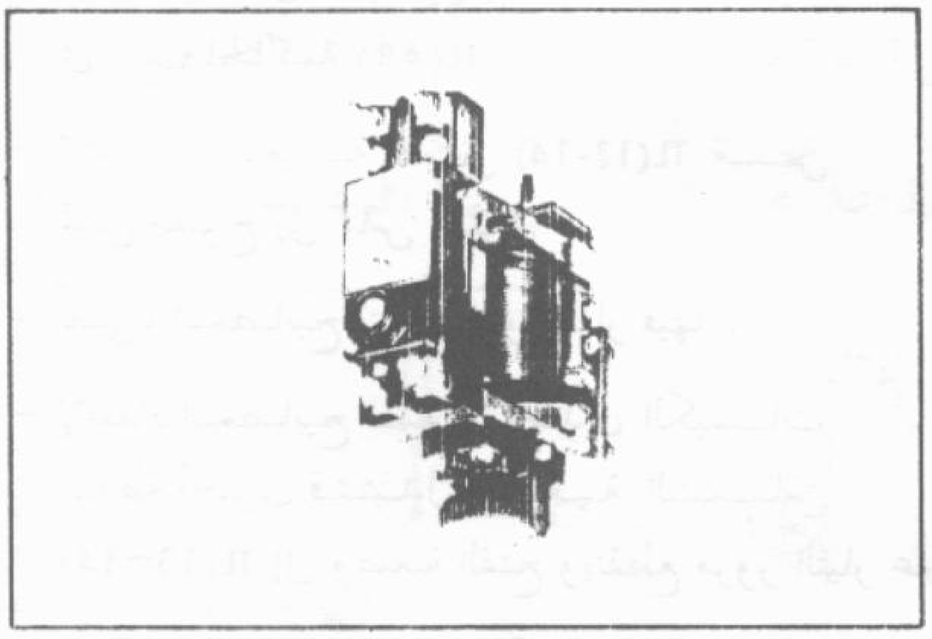
توضع حاكمة على التسلسل مع أحد ملفات المحرك لقياس التيار، فعندما ترتفع قيمة التيار نتيجة ازدياد الحمل تفصل الحاكمة المحرك كلياً، أو تعيد إدخال جزءٍ من مقاومات الإقلاع لتخفيض السرعة ومن ثم تحدّ من قيمة العزم .

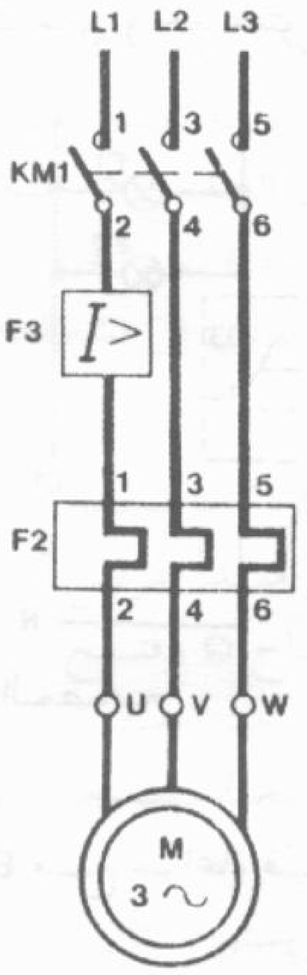
إذا كان التشغيل يدوياً يمكن إعادة تشغيل المحرك بواسطة كبسة الإقلاع**S2** عندما يعود التيار إلى قيمته الطبيعية، وإذا كان التشغيل آلياً فإن إغلاق التماس على الحاكمة **F3** سوف يقصر المقاومات التي أُضيفت سابقاً ويعود المحرك إلى وضعية التشغيل الأساسية . وفيما يلي مخططا دارة الاستطاعة ودارة التحكم لهذه الحالة .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

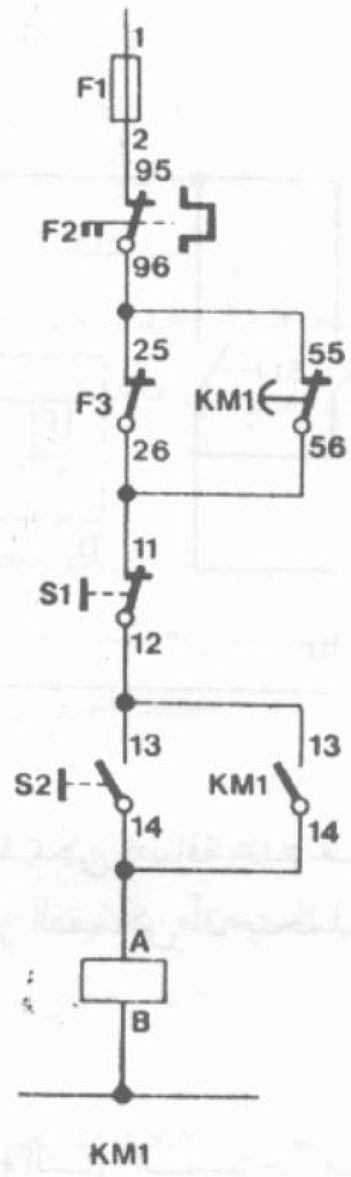
ملاحظة :

لكي يكون عمل الحاكمة متوازناً أثناء فترة الإقلاع يتم قصر التماس (26–25) عن طريق تماس زمني KM1(55–56) إلى أن ينخفض التيار إلى قيمته الاسمية .





دارة الاستطاعة



دارة التحكم

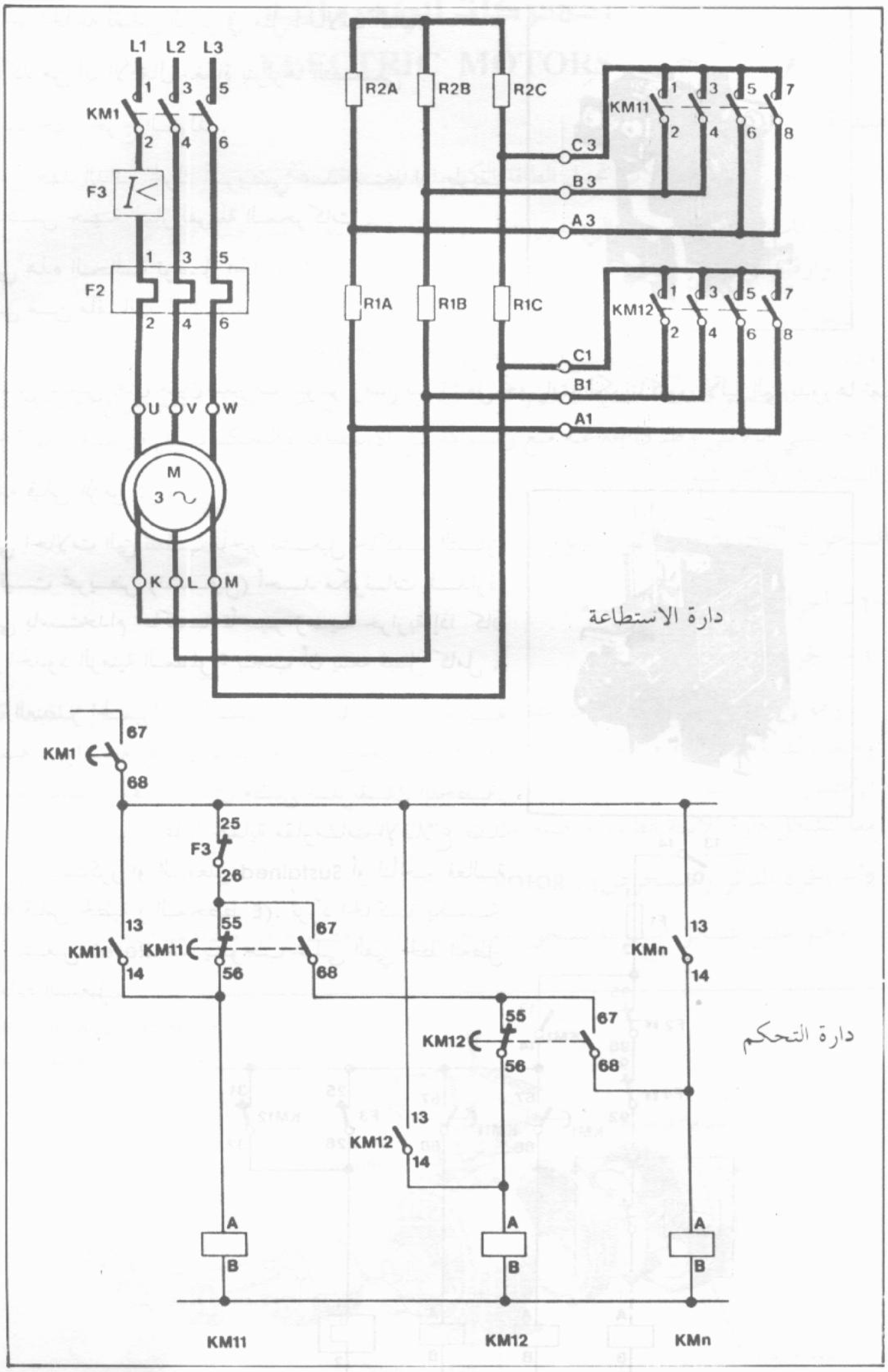
حاكمة الحد من قيمة تيار الإقلاع (المخطط C و D) :

تُستخدم هذه الحاكمة للتحكم بتتابع مراحل الإقلاع في حالات آلية معينة . ففي حالة الإقلاع على مراحل بقصر أجزاء من المقاومات تمنع الحاكمة الانتقال إلى المرحلة التالية مالم يتجاوز التيار ذروته في المرحلة السابقة ، وتوصل وشيعة الحاكمة على التسلسل مع أحد الأطوار المغذية للثابت بينما يوصل تماسها المغلق في دارة التحكم لكونتاكتور قصر المقاومات .

حاكمة بدء ضخ الماء (المخططC و E) Pump Priming Relay :

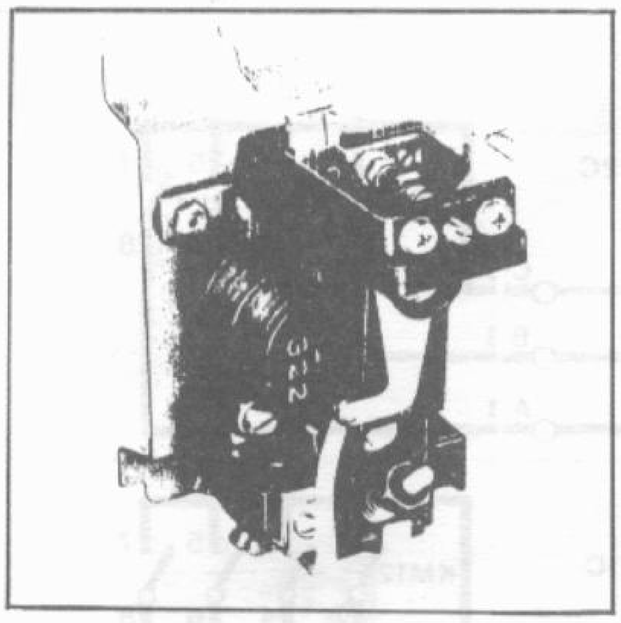
عندما تكون المضخة في حالة عمل على فراغ (دون ضخ ماء) ، تنخفض قيمة التيار المستجر فتعمل حاكمة انخفاض التيار على إيقاف المحرك ، ولمنع حالات التوقف المتكرر المؤقتة يوصل تماس الحاكمة بحيث يحرض حاكمة زمنية بدلاً من أن يفتح دارة الكونتاكتور.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

حاكمة قياس التوتر :

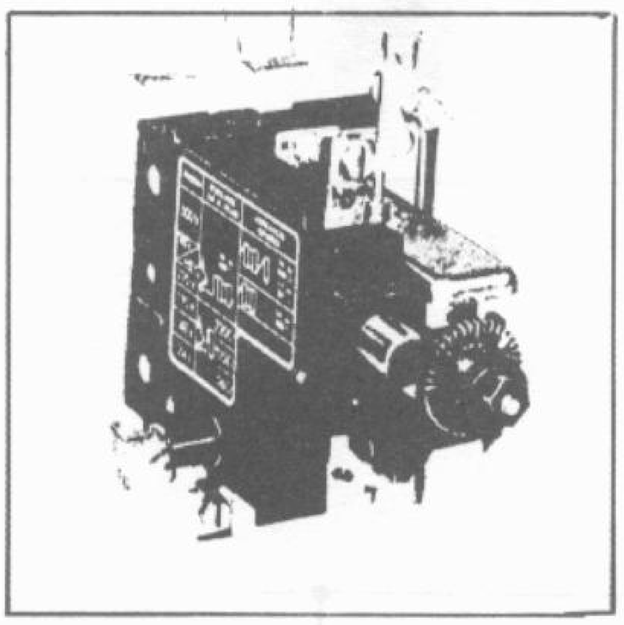


تدعو الحاجة لقياس التوتر في مثل الحالات التالية:

- التأكد من أن الأحمال مغذاة بتوترها التصميمي .
- تنظيم جهد خرج المولد .
- قياس جهد الدائر لمحرك تحريضي عند استخدام طريقة عكس جهة التيار لفرملة المحركات .

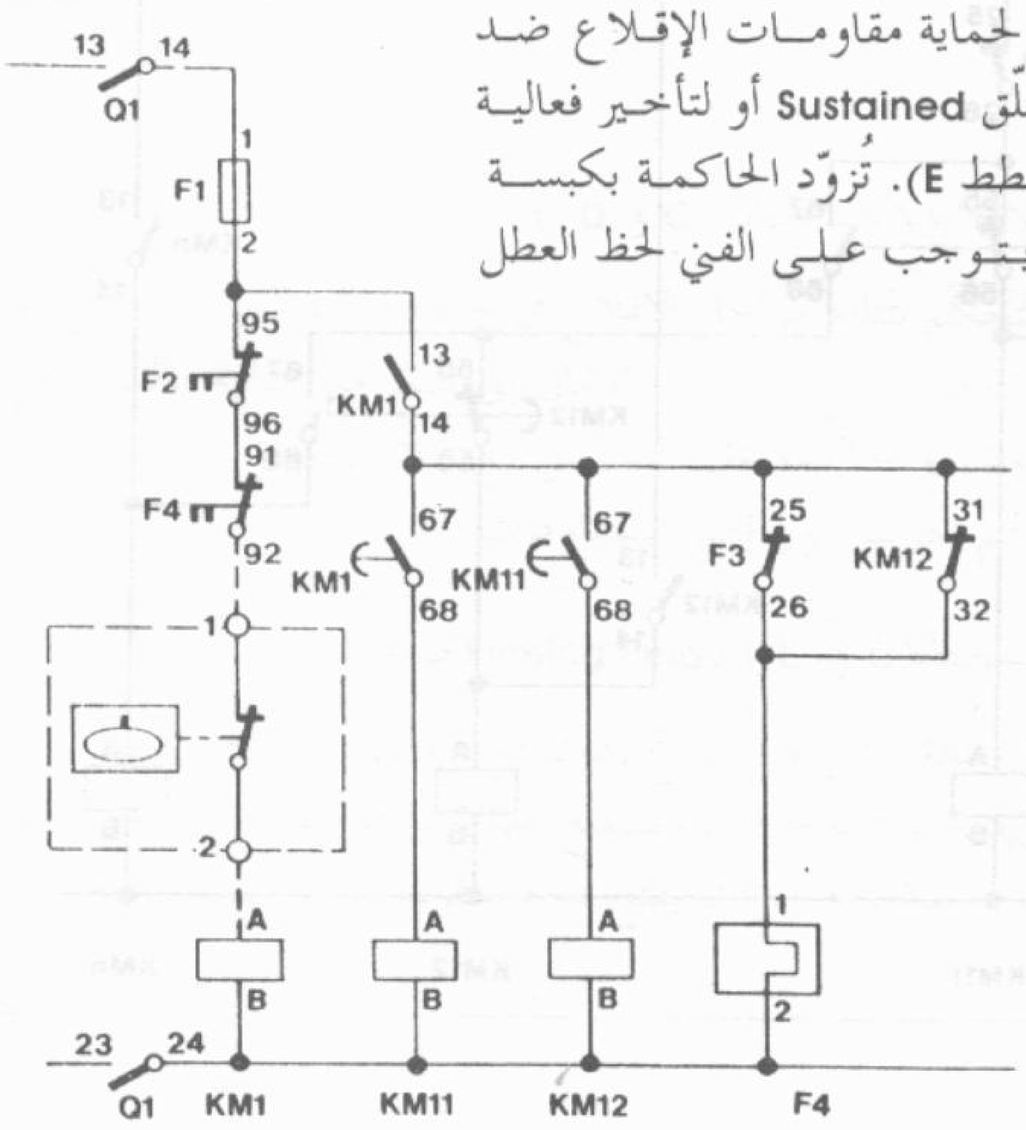
في هذه الحالة توصل الحاكمة على التفرع مع ملفين من ملفات الدائر، وتقيس التوتر بين الحلقات ومن ثم السرعة، ويمكن استخدام حاكمة توتر تتحسس ضمن مجال معين لتغيرات التوتر ومن ثم تشغل تجهيزات الكونتاكتور الآلية التي بدورها تغذي الحمل .

حاكمة قياس الزمن :



في الحالات التي تتطلب تأخير تشغيل حاكمة التيار، أو توقيت تحريض (تشغيل) أحد مكونات الدارة، يوصى باستخدام حاكمة تأخير زمنية حرارية إذا كان تجاوز الحدود الزمنية المطلوبة يجب أن يتبعه فصل كامل .

إن العنصر الحراري الذي يوصل مع التغذية الرئيسية ، بواسطة إغلاق تماس أو وضع حاكمة التيار بالخدمة، يقيس الوقت الذي مضى منذ تلك اللحظة. يستخدم هذا الجهاز غالباً لحماية مقاومات الإقلاع ضد الإقلاع المتكرر أو المعلّق **Sustained** أو لتأخير فعالية حاكمة قياس لحظية (المخطط **E**). تُزوّد الحاكمة بكبسة إعادة تشغيل **Reset**، لذا يتوجب على الفني لحظ العطل قبل إعادة التشغيل.



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الفصل السادس

المحركات الكهربائية
ELECTRIC MOTORS

1- مقدمة :

تُعرّف المحركات بأنها آلات تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية، وتقسم إلى نوعين :

- المحركات التوافقية : وهي التي تدور عند سرعة ثابتة تساوي سرعة دوران السيالة المغناطيسية الدوارة والتي هي السرعة التوافقية n_1 .
- المحركات التحريضية : وهي المحركات التي تدور بسرعة n دوماً أقل من السرعة التوافقية n_1، وذلك بسبب ضياع جزء من استطاعة دورانها للتغلب على المفاقيد الحديدية والميكانيكية ، وتكون إما محركات أحادية الطور أو ثلاثية الأطوار . في هذا الفصل سيتم شرح أجزاء المحرك التحريضي الثلاثي وطرق إقلاعه مع رسم دارتي الاستطاعة والتحكم لكل طريقة ، نظراً لكونه المحرك الأكثر شيوعاً.

2- المحرك التحريضي ثلاثي الطور :

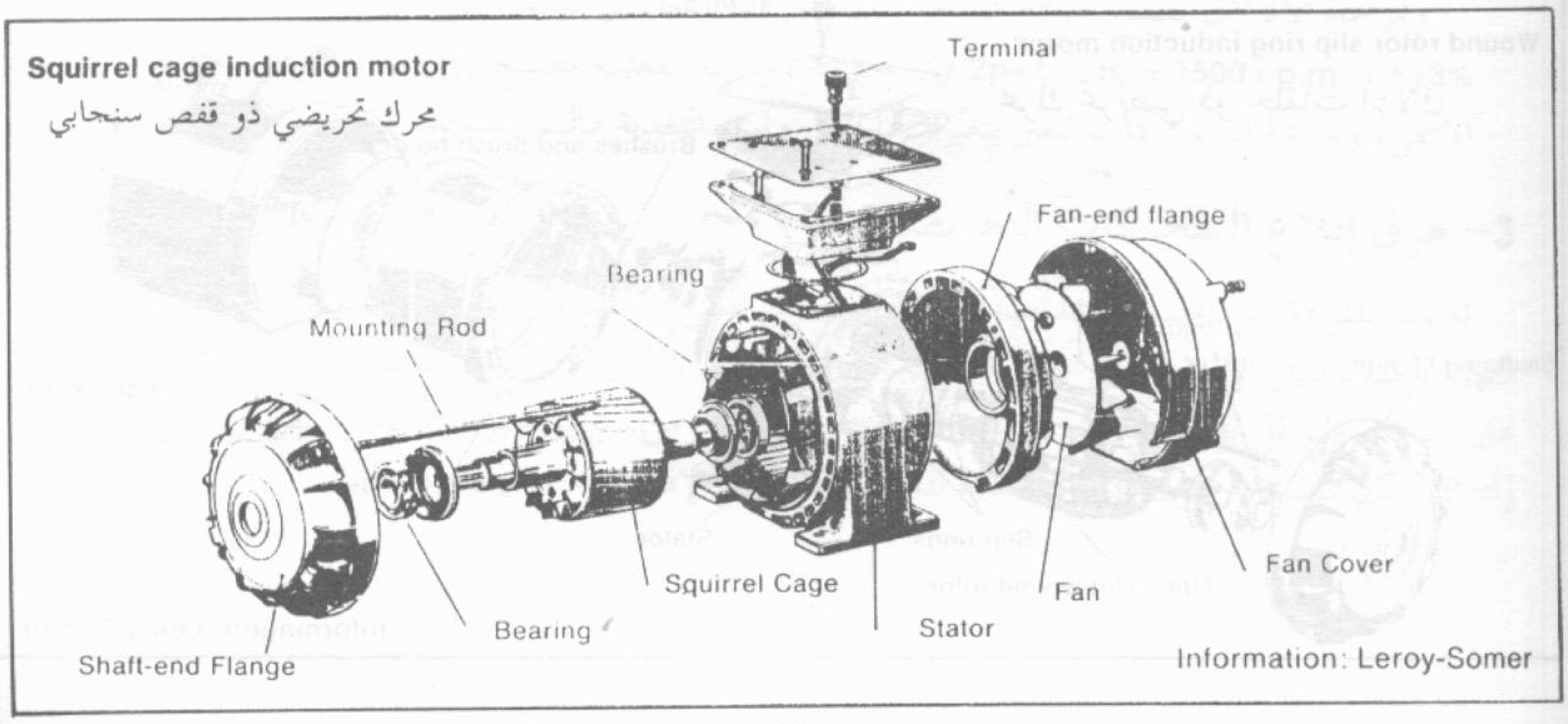
2-1- أجزاء المحرك الرئيسية :

1ً- الجزء الثابت : STATOR

وهو إطار أسطواني أجوف مصنوع من صفائح فولاذية رقيقة ذات عامل نفاذية كبير، ومعزولة بعضها عن بعض بالورنيش لتقليل المفاقيد الحديدية الناتجة عن التيارات الإعصارية ، وتوجد المجاري على السطح الداخلي تملؤها ملفات نحاسية معزولة ومتصلة معاً لتشكل دارة ثلاثية الطور موصلة إما نجمياً Y أو مثلثياً Δ .

2ً- الجزء الدائر (المتحرض) : ROTOR

وهو على شكل أسطوانة تتمحور مع الجزء الثابت ومصنوع من صفائح رقيقة ذات مجارٍ على



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

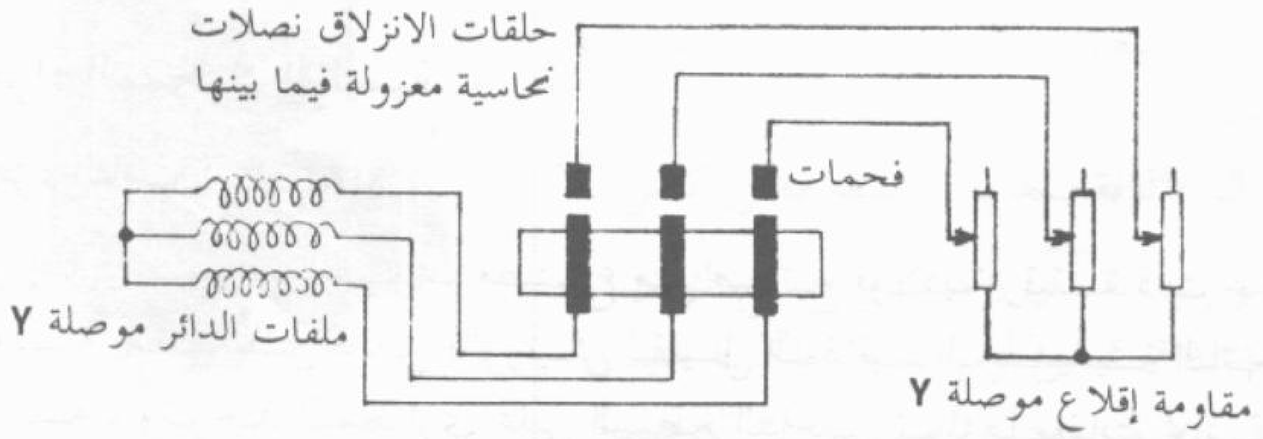
السطح الخارجي تُملأ بالنواقل النحاسية ، ويقسم الجزء الدائر من حيث نوع ملفاته إلى قسمين :

- جزء دائر ذو قفص سنجابي : **SQUIRREL CAGE**

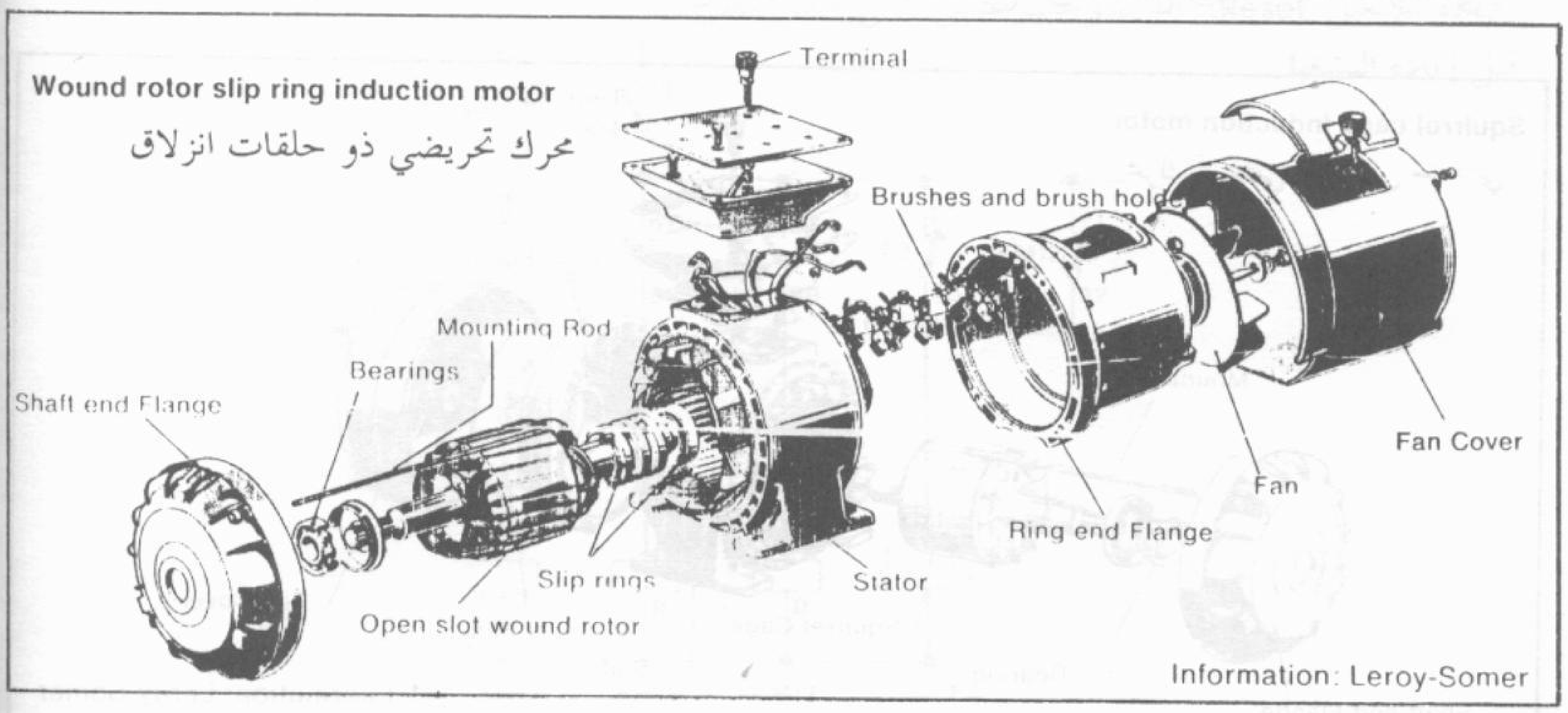
في هذا النوع تُملأ المجاري بنواقل نحاسية على شكل قضبان غير معزولة ، مقصورة من كل طرف من الطرفين بواسطة حلقة مصنّعة من معدن الناقل نفسه بحيث يشبه الشكل المكون من النواقل والحلقتين القفص السنجابي ، ولهذه المحركات عزم إقلاع صغير وتيار إقلاع أكبر من التيار الاسمي .

- جزء دائر ملفوف **Wound** أو ذو حلقات انزلاق **Slip Ring** :

تُملأ المجاري لهذا النوع ذي النواقل النحاسية المعزولة والمتصلة على التسلسل في مجموعات ثلاثية الطور لتكوّن دارة متوازنة موصّلة عادة توصيلاً نجمياً "Y" من أحد الطرفين، ومن الطرف الآخر موصولة بحلقات انزلاق معزولة ومركبة على محور الجزء الدائر ، على هذه الحلقات توضع الفراشي الفحمية بإحكام، وهي موصولة على مقاومات إقلاع ثلاثية متغيرة موصلة نجمياً من الطرف الآخر كما في الشكل .



يمكن لهذه المحركات أن تقدّم عزم (تيار) إقلاع يصل إلى **2.5** مرة من العزم (التيار) الاسمي، وهذه النسبة تتعلق بقيمة مقاومات الإقلاع .



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

2-2- مبدأ تشغيل المحرك التحريضي :

يعتمد مبدأ تشغيل أي محرك كهربائي على حقيقة أن هناك قوة تنشأ على أي ناقل يحمل تياراً إذا وضع في مجال مغناطيسي متقاطع معه ، فإذا طبّق على ملفات الجزء الثابت جهد متناوب فإنه يمر في هذه الملفات تيار متناوب محدثاً مجالاً مغناطيسياً دواراً يقطع ملفات الجزء الدائر ويتولد بالتحريض قوة محركة كهربائية في ملفاته . وبما أن ملفات الجزء الدائر موصولة بعضها مع بعض مشكّلة دارة مغلقة تسمح بمرور تيار كهربائي فإن هذا التيار يولّد سيالة مغناطيسية أخرى ومن ثم فإن التأثير المتبادل بين هاتين السيالتين ينتج عزماً كهربائياً يدير الجزء الدائر بسرعة n هي دوماً أقل من السرعة التوافقية n_1 بسبب ضياع جزء من استطاعة المجال الدوار للتغلب على المفاقيد الحديدية والميكانيكية، ولهذا السبب سُميّت المحركات التحريضية بالمحركات اللاتوافقية ($n < n_1$) .

تُعطى سرعة الحقل الدوار أو السرعة التوافقية للجزء الدائر بالعلاقة :

$$n_1 = 120f / 2p \qquad r.p.m \quad (\text{دورة بالدقيقة})$$

حيث : 2p : عدد الأقطاب المشكّلة لملفات الجزء الثابت .

f [Hz] : تردد التغذية المطبقة على الجزء الثابت

من هذه العلاقة وعند تردد شبكة 50Hz هرتز يمكن تنظيم الجدول التالي :

السرعة r.p.m.	3000	1500	1000	750	600	500
عدد الأقطاب	2	4	6	8	10	12

يُعرّف الانزلاق s بأنه الفرق بين سرعة دوران الدائر الفعلية n وسرعة الحقل الدوار (السرعة التوافقية) n_1 وواحدته r.p.m. ، أو يعبّر عنه على شكل نسبة مئوية من السرعة التوافقية ، إذن :

$$s = n_1 - n \quad \text{أو} \quad s\,\% = \frac{n_1 - n}{n_1} \times 100$$

وبمراعاة الانزلاق تصبح سرعة المحركات أقل قليلاً مما ذكر سابقاً، فمن أجل محرك ذي مواصفات : $n_1 = 1500$ r.p.m ، S=3% ، 2p=4 فإن سرعة دورانه الفعلية تصبح 1455 r.p.m عندما يقدم العزم الاسمي، وسرعة المحركات تتغير بتغيّرات الحمل وتوتر التغذية مالم يستخدم منظم من نوع خاص .

3- طرق إقلاع المحركات التحريضية :

تعتمد الطريقة التي يجب استخدامها لإقلاع المحرك على استطاعته ونوعه، حيث يجب ملاحظة تأثير القيمة الكبيرة لتيار الإقلاع على جهد الشبكة التي تغذي أحمالاً أخرى ، فلدى تطبيق توتر على محرك يمر تيار عابر عال في النواقل يؤدي إلى هبوط كبير في جهد الشبكة، ومن ثم إلى هبوط الجهد المطبق على الأحمال، ولتلافي ذلك تستخدم طرق إقلاع مناسبة لتخفيض تيارات الإقلاع .

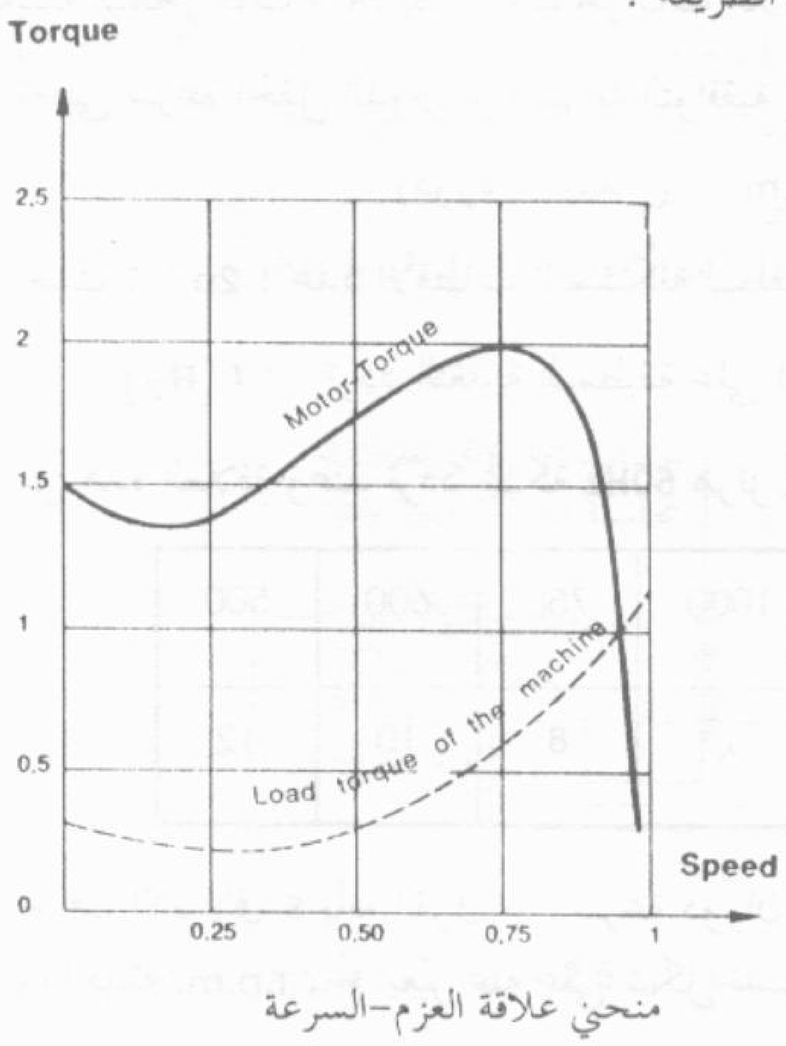
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

3-1- إقلاع المحركات ذات القفص السنجابي :

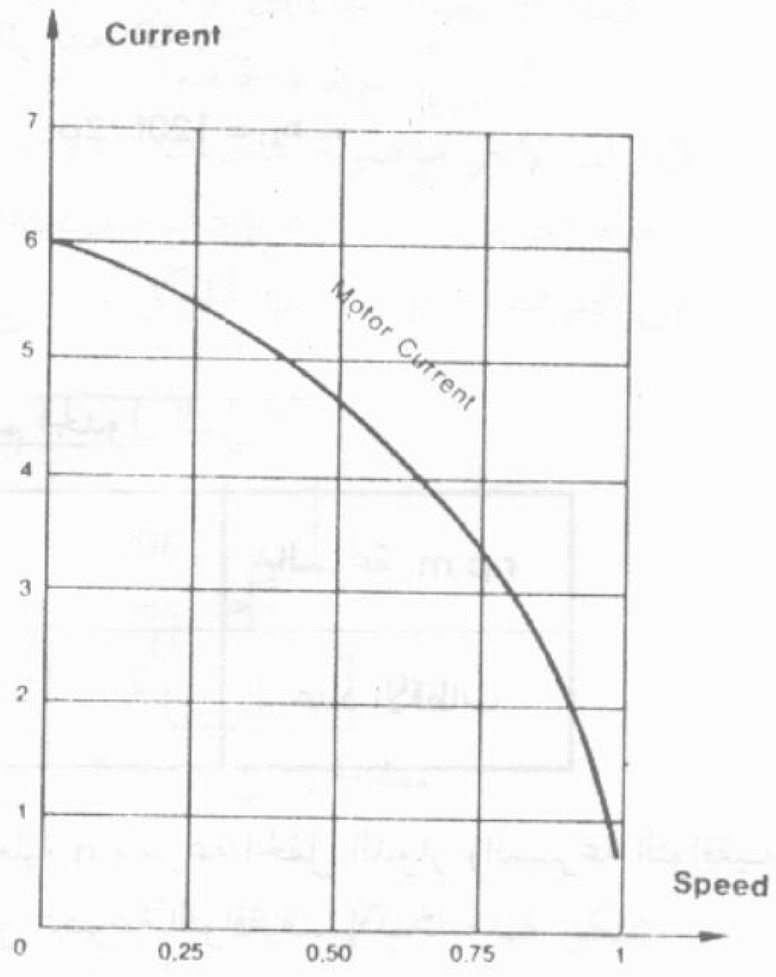
سيتم شرح معظم طرق الإقلاع المعروفة وشرح دارات التحكم والاستطاعة لكل طريقة ، كما أن مكونات كل دارة سوف تشرح تباعاً ، ففي كل طريقة إقلاع سوف تشرح المكونات الجديدة التي لم تشرح في سابقاتها مع بيان منحنيات علاقة العزم-السرعة والتيار- السرعة لكل طريقة .

1ً- الإقلاع بالتوصيل المباشر على الشبكة D.O.L. :

تُغذى نهايات الجزء الثابت مباشرة من الشبكة ويبدأ المحرك بالدوران ، وتعدّ هذه الطريقة مثالية مادام تيار الإقلاع ضمن المجال المقبول $I_s = 4.8I_n$ وعزم الإقلاع كاف للبدء بالدوران $T_s = 1.5T_n$ ، ولاينصح باستخدام هذه الطريقة للحالات التي تتطلب إقلاعاً ناعماً مثل المصاعد والروافع، وفيما يلي منحنيات إقلاع هذه الطريقة :



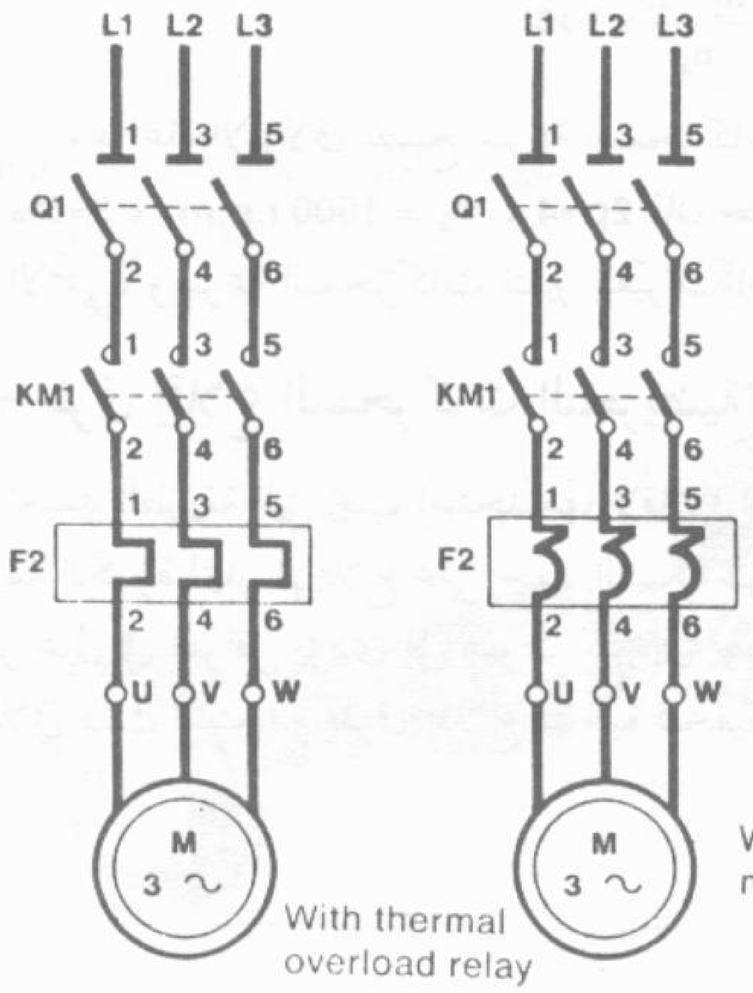
منحني علاقة العزم-السرعة



منحني علاقة التيار-السرعة

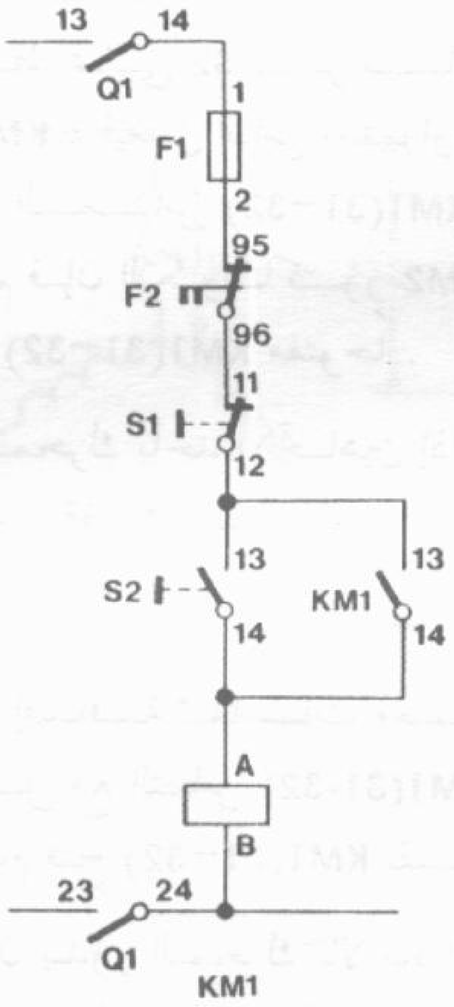
دارة الاستطاعة :

تكون ملفات الجزء الثابت للمحرك موصلة إما توصيلاً نجمياً أو دلتا ، وتؤخذ قيم تيارات القاطع اليدوي **Q1** والحاكمة الحرارية للحماية ضد زيادة الحمولة **F2** والكونتاكتور **KM1** مساوية للتيار الاسمي للمحرك مع ملاحظة زمرة التشغيل بالنسبة للكونتاكتور (انظر الصفحة 135)



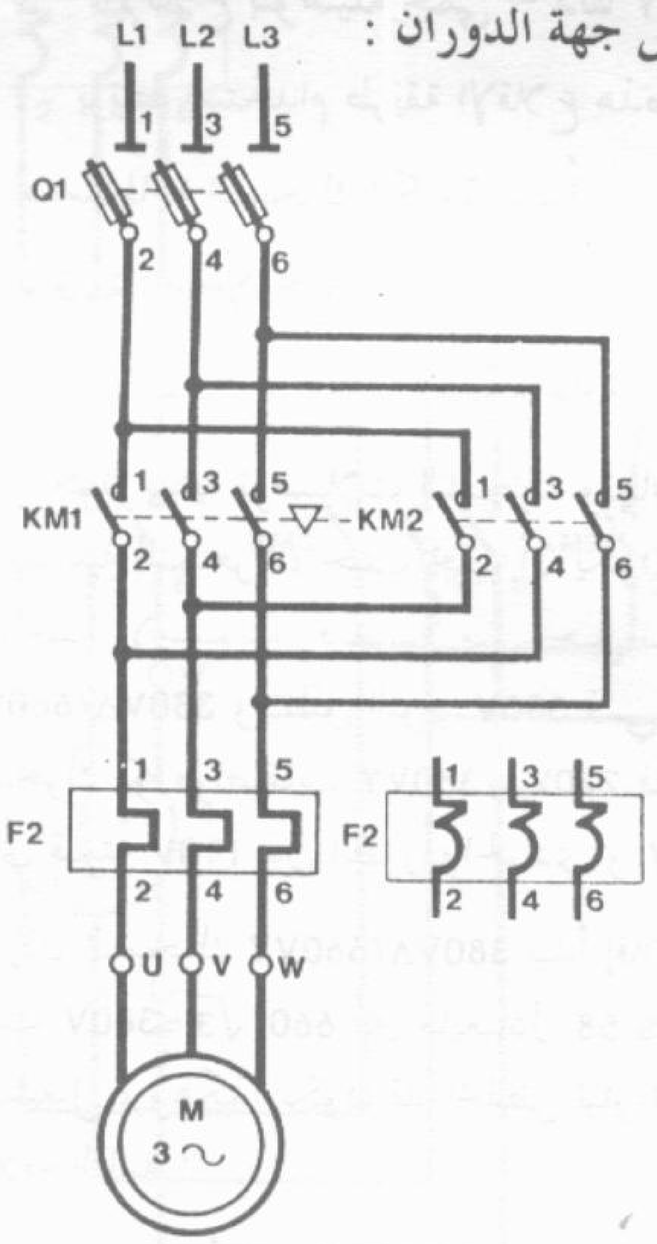
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

طريقة عمل دارة التحكم :



- عند الضغط على كبسة الإقلاع **S2** يمرتيار في الوشيعة **KM1(AB)** مما يؤدي إلى إغلاق التماسات الرئيسية **1,3,5** مع **2,4,6** للكونتاكتور **KM1** في دارة الاستطاعة.
- يغلق التماس المفتوح **KM1(13–14)** في دارة التحكم للمحافظة على استمرارية مرور التيار في الدارة بعد إزالة الضغط المطبق باليد على **S2**.
- يقلع المحرك .
- لإيقاف المحرك تضغط كبسة الإيقاف **S1** فيتوقف مرور التيار في الوشيعة **AB** وتفتح تماسات الكونتاكتور الرئيسية في دارة الاستطاعة ويعود التماس **KM1(13–14)** إلى وضعيته الأصلية في حالة الراحة وهي **N/O** .
- تراوح قيمة الفاصمة **F1** بين **0.5–1A** ، وتوضع لحماية دارة التحكم من تيارات القصر ولتخفيض تأثير هذه التيارات على الحاكمة الحرارية **F2** ، كما أنها مصممة لتتحمل تيار التشغيل الاسمي .
- عند زيادة الحمولة تتأثر الحماية الحرارية **F2** مما يؤدي إلى فتح دارة التحكم، ومن ثم فتح تماسات الكونتاكتور الرئيسية .

2ً- الإقلاع بالتوصيل المباشر على الشبكة D.O.L. مع عكس جهة الدوران :



دارة الاستطاعة :

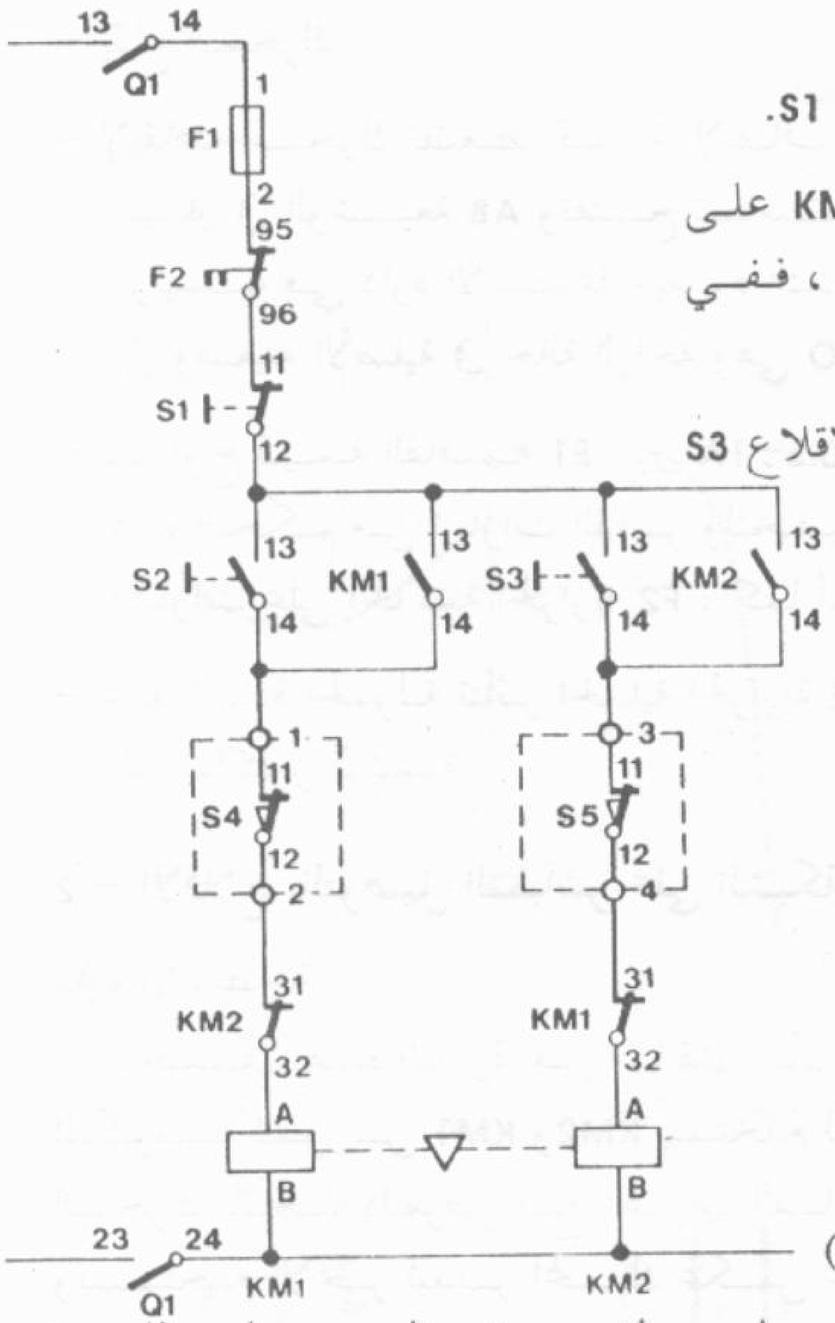
تختلف هذه الدارة عن سابقتها بأن أحد الكونتاكتورين **KM1** و**KM2** يستخدم ليدير المحرك باتجاه (لنفرض مع عقارب الساعة) ، ويستخدم الآخر ليدير المحرك عكس عقار بالساعة ، كما يوجد قفل ميكانيكي بينهما، أي أن كونتاكتوراً واحداً فقط يكون في حالة عمل . ولايمكن تشغيل الآخر معه في الوقت نفسه، لأنه إذا أمكن ذلك فإن حدوث قصر بين فازين سيكون أمراً حتمياً .

تؤخذ قيم تيارات مكونات الدارة **F2,KM2,KM1,Q1** مساوية للتيار الاسمي للمحرك . القاطع **Q1** يغلق يدوياً.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

طريقة عمل دارة التحكم :

- بالضغط على **S2** يمر تيار في وشيعة الكونتاكتور **KM1(AB)** ، فيغلق تماس استمرارية التغذية **KM1(13–14)** ، ويفتح التماس **KM1(31–32)** المستخدم قفلاً كهربائياً ، ومن ثم فإن الكونتاكتور **KM2** لايمكن أن يعمل ما دام التماس **KM1(31–32)** مفتوحاً .
- يدور المحرك بأحد الاتجاهين إذا كان قاطع نهاية الشوط **S4** مغلقاً، ويتوقف في نهاية الشوط عندما يفتح القاطع **S4** .
- يمكن إيقاف المحرك في أي لحظة بضغط مفتاح الإيقاف **S1**.
- يمكن إضافة تماسات مغلقة أخرى **KM1(21–22)** على التسلسل مع التماس **KM1(31-32)** لزيادة الوثوقية ، ففي حال عدم فتح **KM1(31–32)** يفتح التماس المضاف .
- يمكن أن يدور المحرك بالاتجاه الآخر بضغط مفتاح الإقلاع **S3** ويكون تسلسل خطوات العمل كما في المراحل السابقة



3ً– الإقلاع بتوصيلة نجمي – دلتا Y ←Δ :

يرتبط استخدام طريقة الإقلاع هذه بعدة عوامل :

* استطاعة المحرك الكبيرة نسبياً .
* قيمة تيار الإقلاع .
* نوع الشبكة المغذية (شبكة عامة ، أو ديزل احتياطية)

وتكون بداية توصيلات المحرك ونهايتها ممتدة إلى خارج المحرك ، وينبغي التنبه على اللوحة الاسمية للمحرك، حيث يجب أن يكون توتر التغذية مطابقاً لتوتر التوصيلة Δ دلتا المذكور على لوحة الاسمية. فمثلاً من أجل توتر تغذية **380V** بين طورين يستخدم محرك ذو مواصفات **380VΔ/660VY** ويطبّق التوتر **380V** في الحالتين (حالة توصيلة نجمي وحالة توصيلة دلتا)، أما إذا كان المحرك ذو مواصفات **220VΔ/380VY** فلا يمكن وصله على شبكة **380V** لأن مواصفاته تناسب التوتر الذي قيمته **110V** بين الطور والحيادي و **220V** بين طورين .

إذن المحرك **380VΔ/660VY** يبدأ إقلاعه بتوصيل ملفاته على شكل نجمي بعد تطبيق توتر بين طورين قيمته **380V=** $660/\sqrt{3}$ أي مايعادل **58 %** من التوتر الاسمي ، ويبقى هذا التوتر ثابتاً أثناء الإقلاع والتشغيل ، وهكذا يكون قد انخفض تيار الإقلاع إلى الثلث فيما لو كان الإقلاع إقلاعاً مباشراً حسب العلاقة التالية :

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

– تيار الخط (بين طورين) I_{LY} في حالة توصيلة نجمي :

$$I_Y = I_{LY} = \frac{U_{ph}}{Z} = \frac{U_L}{\sqrt{3}\,Z}$$

– تيار الخط (بين طورين) $I_{L\Delta}$ في حالة توصيلة دلتا :

$$I_\Delta = \frac{I_{L\Delta}}{\sqrt{3}} = \frac{U_L}{Z}$$

$$I_{L\Delta} = \frac{\sqrt{3}\,U_L}{Z}$$

ومنه نسبة التيارين : $\frac{I_{LY}}{I_{L\Delta}} = \frac{1}{3}$

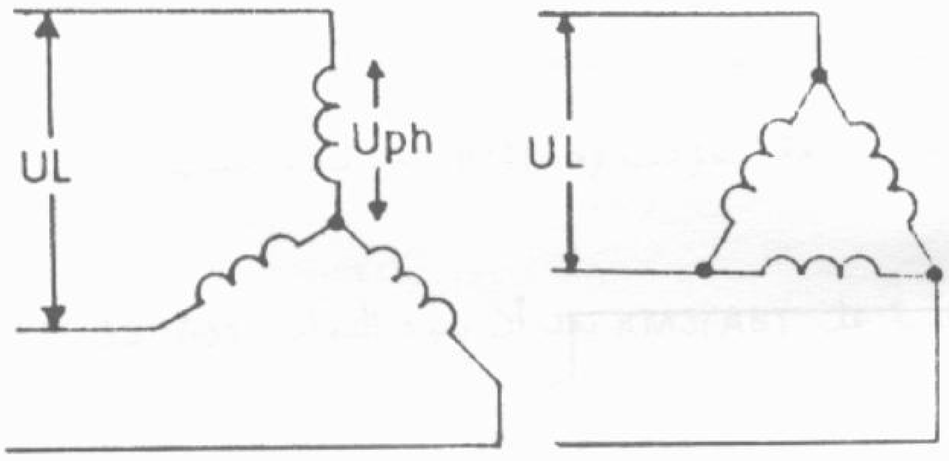
حيث : $U_L[V]$: توتر الخط(بين طورين)

$U_{ph}[V]$: التوتر بين طور وحيادي

$Z[\Omega]$: الممانعة المكافئة لدارة إقلاع المحرك

$I_Y[A]$: تيار الطور بتوصيلة النجم

$I_\Delta[A]$: تيار الطور بتوصيلة دلتا .

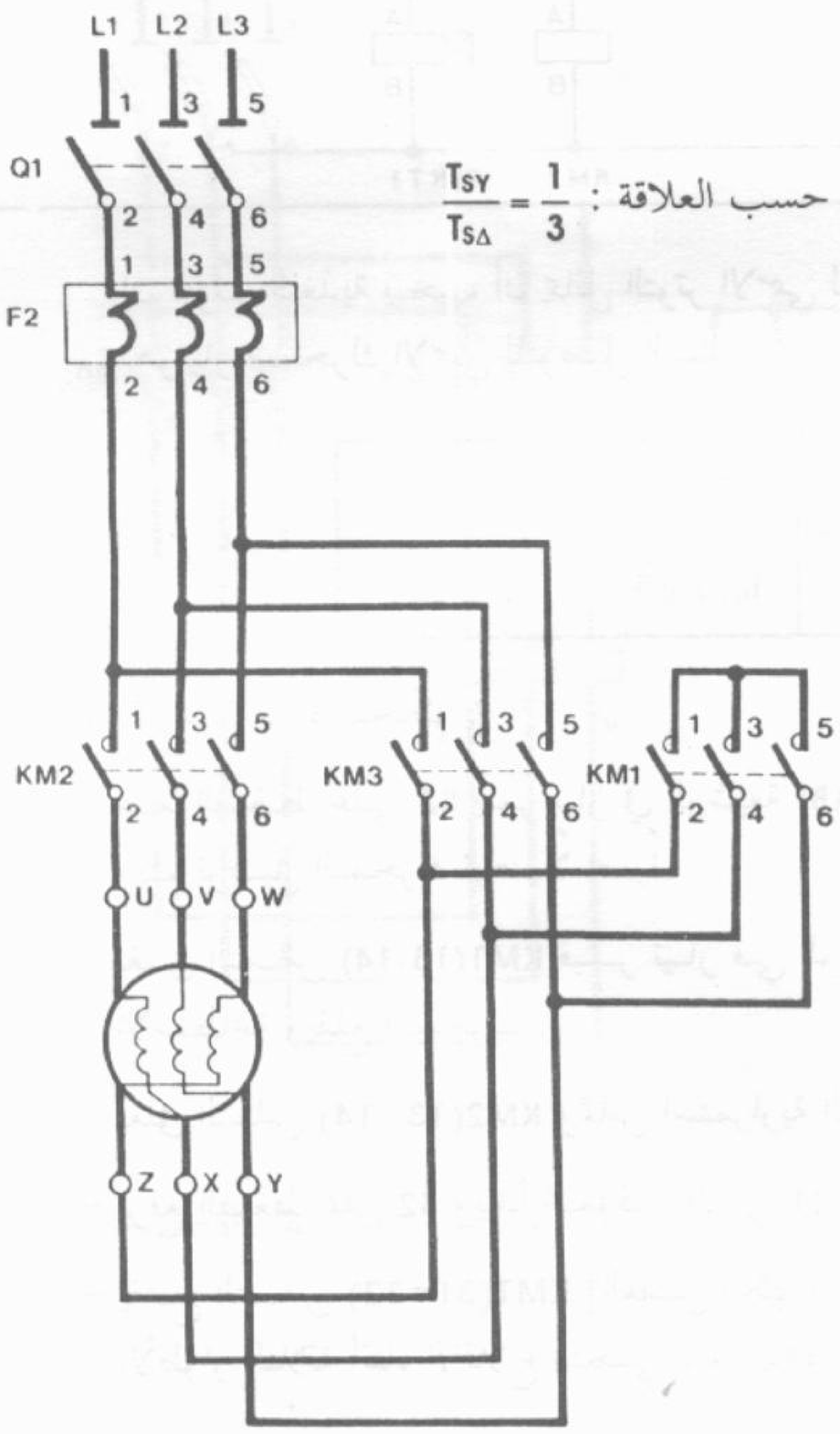


توصيلة الملفات بشكل دلتا Δ مرحلة التشغيل

توصيلة الملفات بشكل نجمي Y مرحلة الإقلاع

كذلك الأمر نكون قد خفضنا عزم الإقلاع إلى الثلث حسب العلاقة : $\frac{T_{SY}}{T_{S\Delta}} = \frac{1}{3}$

أي يكون العزم منخفضاً أثناء مدة الإقلاع النجمي ، وتكون السرعة منخفضة إذا كان عزم الحمل للآلة كبيراً كما في الآلات ذات القوة النابذة ، وتستقر المواصفات الاسمية بالنسبة للعزم والسرعة بعد تطبيق التوصيلة دلتا ، ويستخدم الإقلاع بهذه الطريقة للآلات في حالة اللاحمل أو التحميل الخفيف.



دارة الاستطاعة :

– يغلق **Q1** يدوياً .

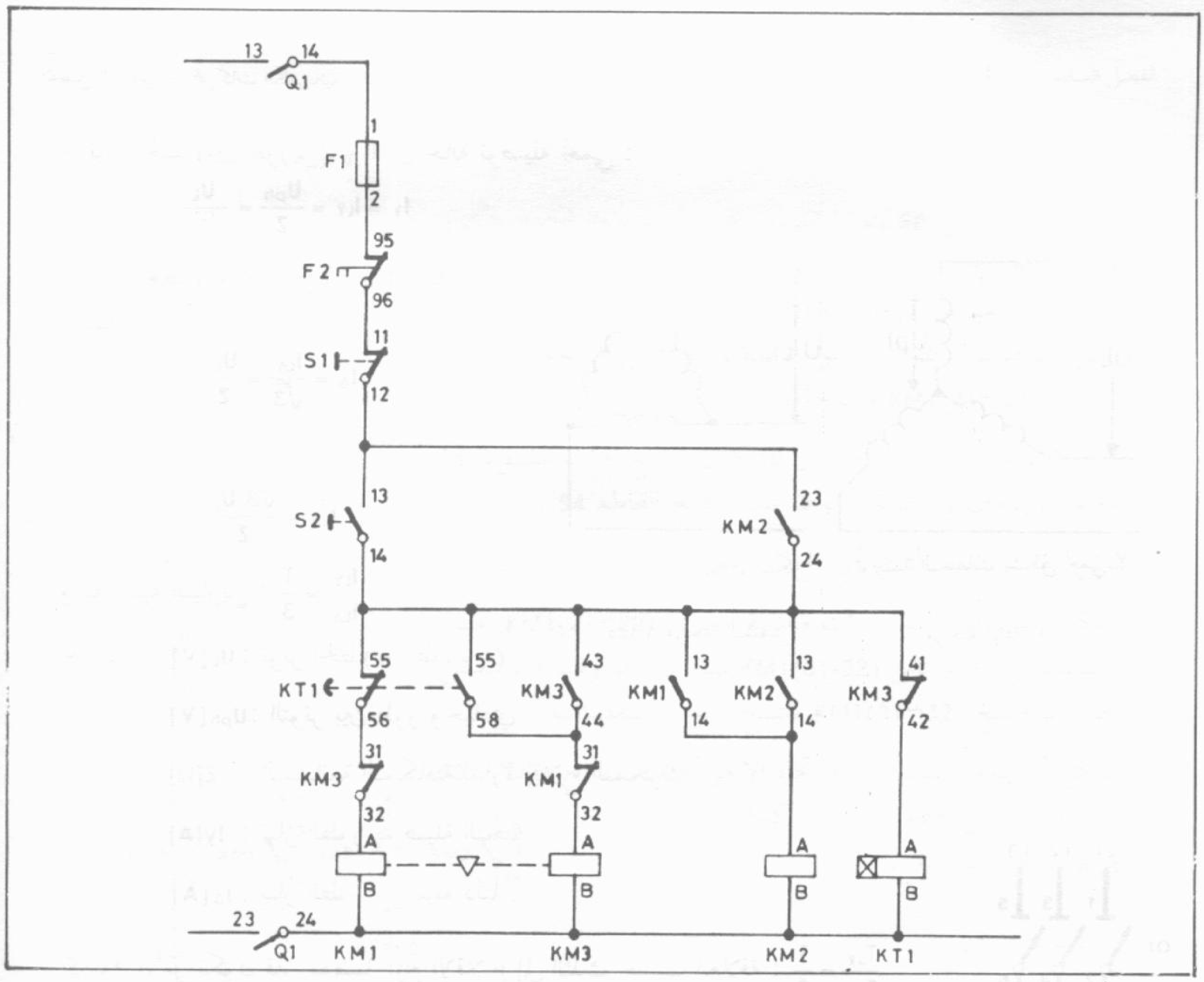
– يغلق **KM1** للتوصيل النجمي .

– يغلق **KM2** لوصل التغذية .

– يفتح **KM1** لفتح توصيلة النجم .

– يغلق **KM3** للوصل المثلثي .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



إن توتر التغذية يجب أن يماثل التوتر الاسمي للتوصيل المثلثي Δ لملفات المحرك، وبفرض أن $I_{n\Delta}$ هوتيار المحرك الاسمي للتوصيل المثلثي تكون قيم التيارات لمكونات الدارة كما يلي :

Q1	F2	KM1	KM2	KM3
$I_{n\Delta}$	$I_{n\Delta}$	$I_{n\Delta} / 3$	$I_{n\Delta} / \sqrt{3}$	$I_{n\Delta} / \sqrt{3}$

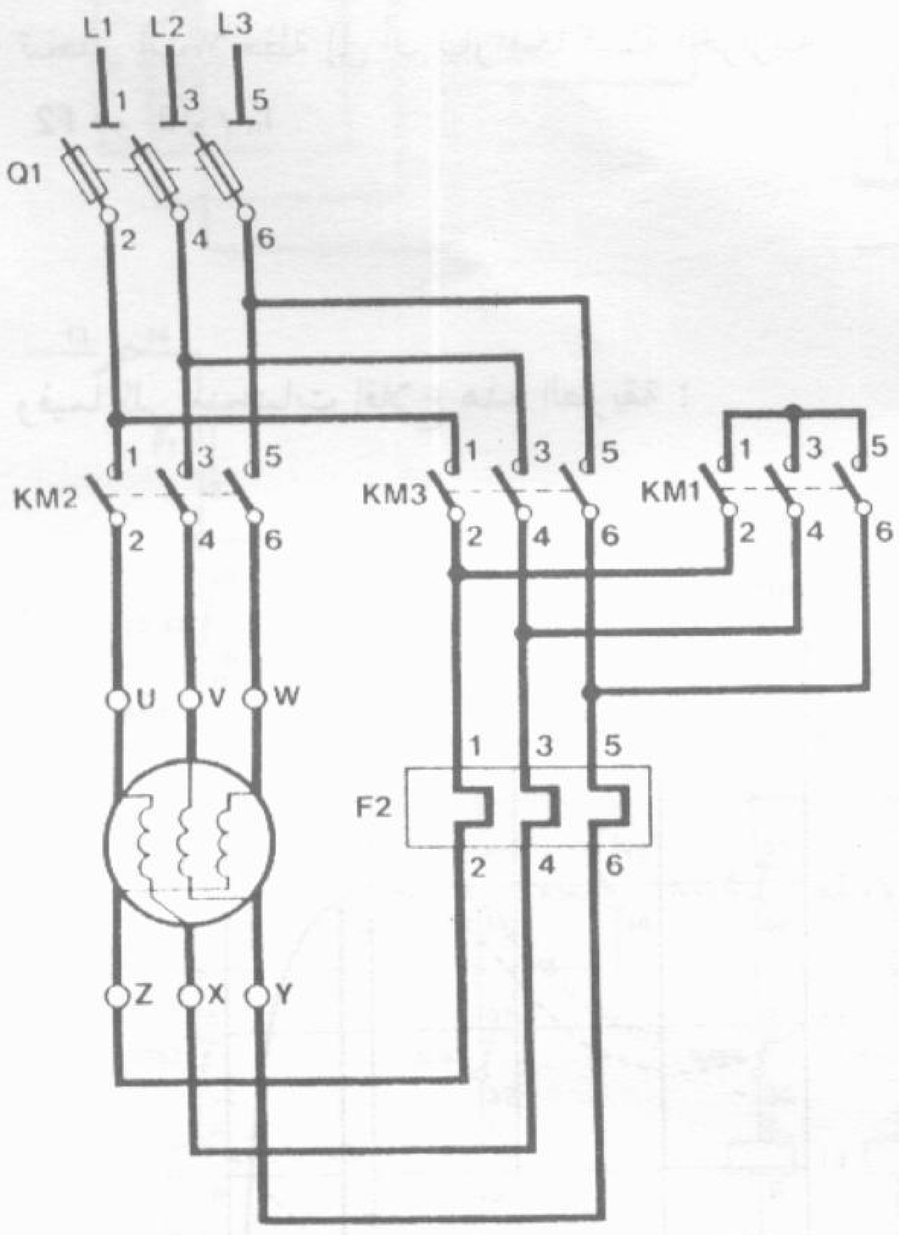
طريقة عمل دارة التحكم :

- عند الضغط على **S2** يمر تيار في الوشيعة **KM1(AB)** فتجذب تماساتها الرئيسية في دارة الاستطاعة ويتم توصيل المحرك توصيلاً نجمياً.
- يغلق التماس **KM1(13-14)** فيمر تيار في الوشيعة **KM2(AB)** فتجذب تماساتاتها الرئيسية في دارة الاستطاعة ويقلع المحرك .
- يُغلق التماس **KM2(13–14)** وتماس استمرارية التغذية **KM2(23–24)** .
- يرفع الضغط على **S2** ويبدأ المؤقت الزمني **KT1** بالتوقيت.
- يفتح التماس **KM1(31–32)** [القفل الكهربائي] لئلا يغلق الكونتاكتور **KM3** لسبب ما فيقصر الأطوار الثلاثة أثناء الإقلاع النجمي ، ولزيادة الأمان يوضع قفل ميكانيكي أيضاً .

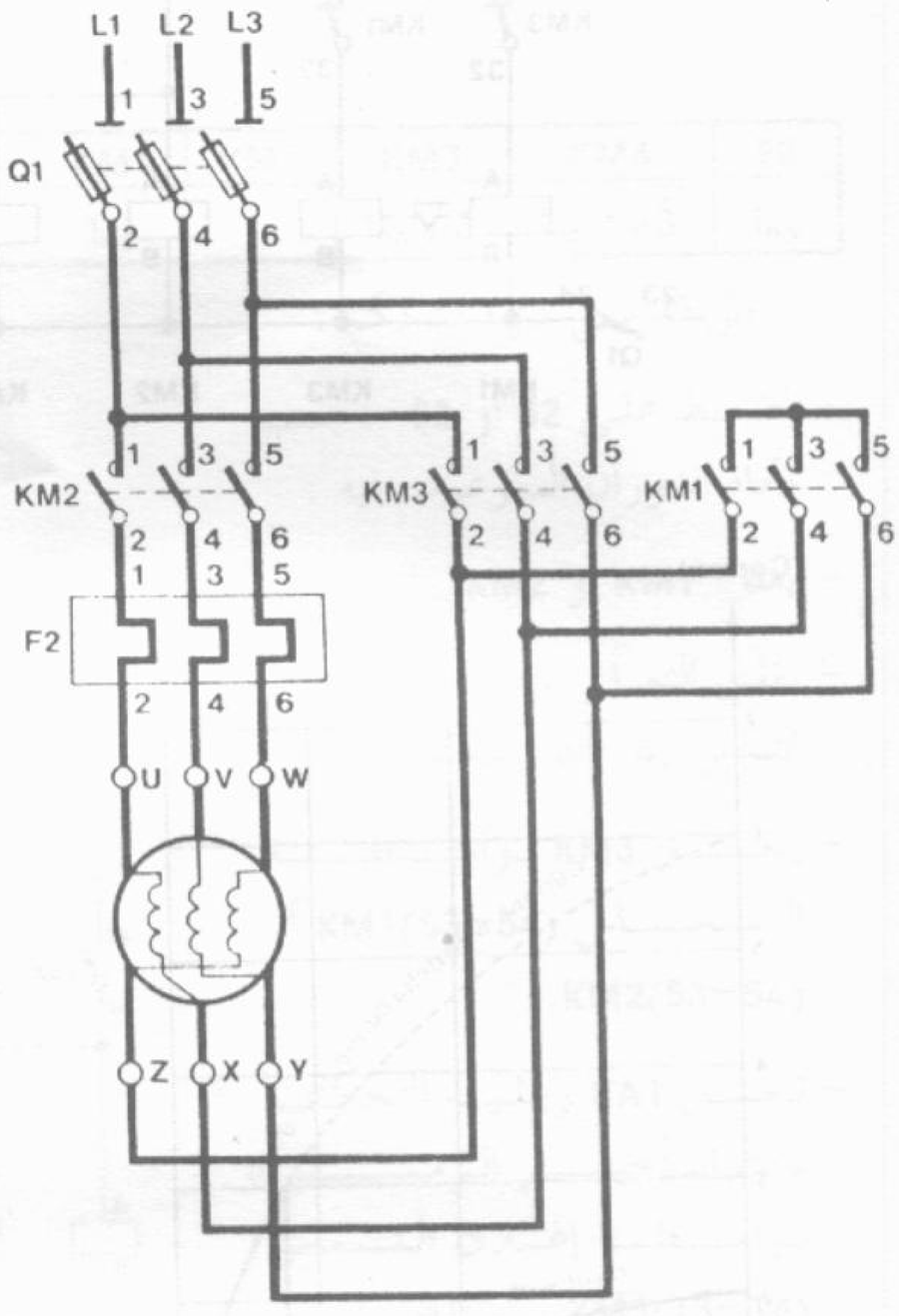
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

- بعد زمن معين .7-15 sec يفتح التماس (KT1(55–56، ويغلق التماس (KT1(55–58، فيفتح الكونتاكتور KM1 تماساته الرئيسية، ويغلق الكونتاكتور KM3 تماساته الرئيسية بعد أن يعود التماس (KM1(31–32 إلى وضعيته الأساسية (وضعية الاغلاق) ويقلع المحرك بتوصيلة دلتا .
- إن التماس (KM3(41–42 هو لفصل التغذية عن وشيعة المؤقت KT1(AB) بعد تأدية عملها، حيث يفيد ذلك في إطالة عمرها الفني .
- إن التماس (KM3(43–44 هو لاستمرارية التغذية على KM3(AB) بعد أن يعود التماس (KT1(55–56 إلى الوصل (وضعية الراحة) بعد فصل التغذية عن وشيعة المؤقت KT1 .
- يتم إيقاف المحرك عن الدوران بواسطة كبسة الايقاف S1 .

وهناك طرق أخرى لتوصيل دارة الاستطاعة ودارة التحكم منها :

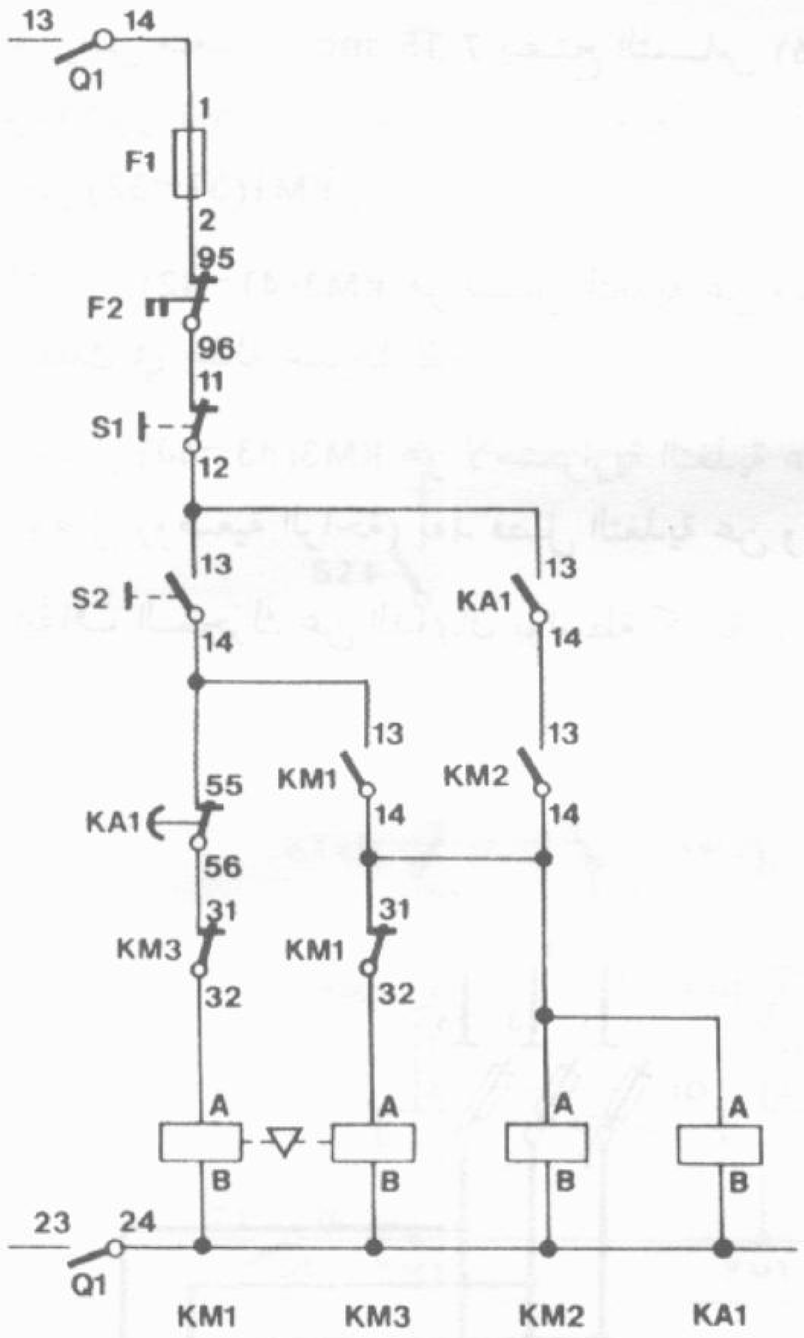


Schematic A دارة استطاعة



Schematic B دارة استطاعة

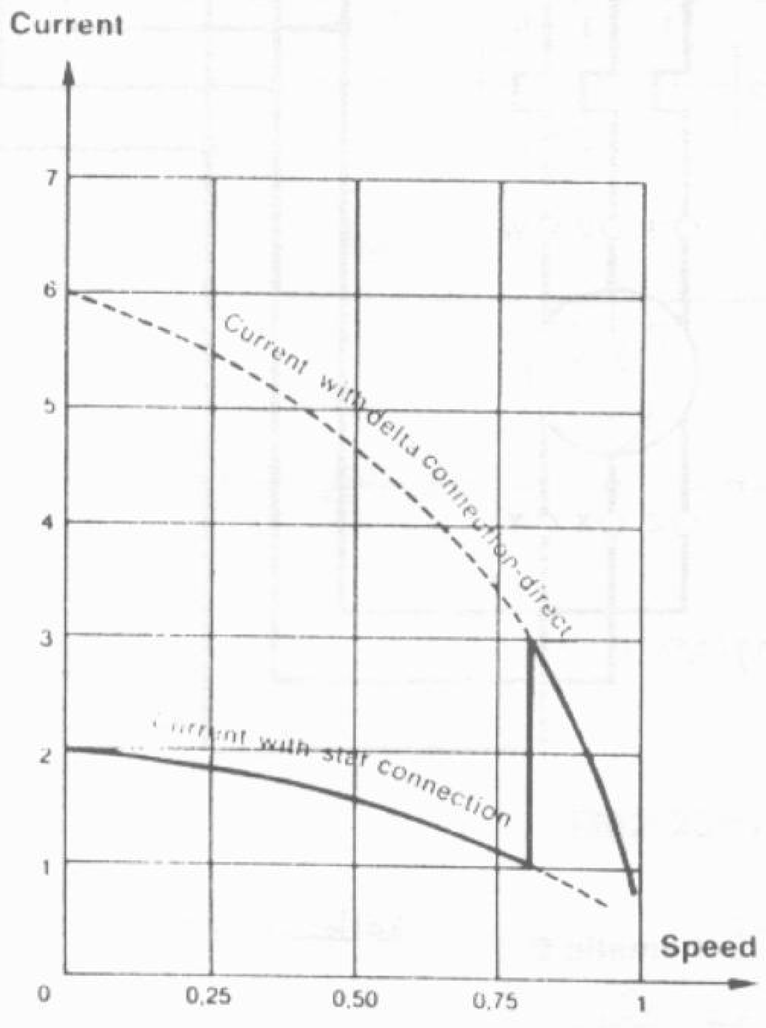
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



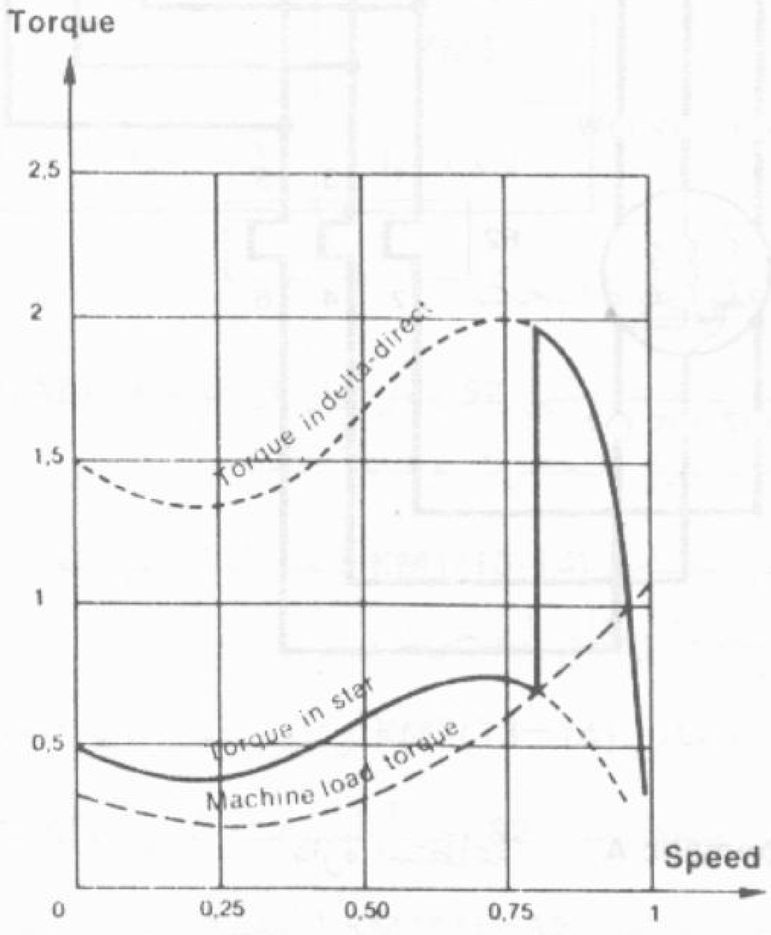
طريقة عمل دارة التحكم :

- يُضغط المفتاح **S2** .
- يغلق الكونتاكتور **KM1** .
- يغلق الكونتاكتور **KM2** و**KA1** بإغلاق التماس **KM1(13–14)** .
- يبقى كل من **KM1** و**KM2** و **KA1** مغلقاً بواسطة إغلاق تماسات استمرارية التغذية **KM2(13–14)** و **KA1(13–14)** .
- يفتح **KM1** بفتح التماس الزمني **KA1(55–56)** .
- يغلق الكونتاكتور **KM3** بإغلاق **KM1(31–32)**.
- يوقف المحرك بالضغط على **S1** .
- تجدر الملاحظة إلى أن تيار الحاكمة الحرارية **F2** هو $I_n / \sqrt{3}$.

وفيما يلي منحنيات إقلاع هذه الطريقة :



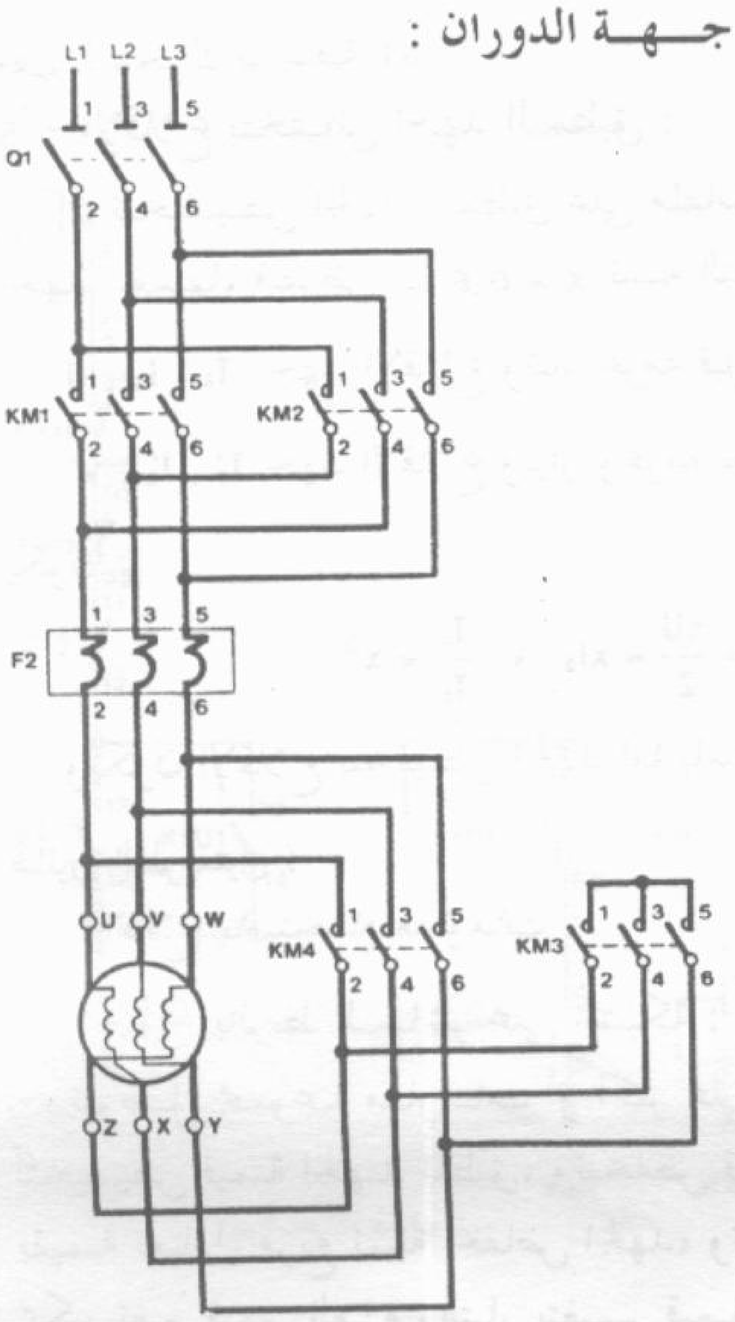
علاقة السرعة – التيار



علاقة السرعة – العزم

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

4ً- الإقلاع بتوصيلة نجمي - دلتا Y ←Δ مع عكس جهة الدوران :



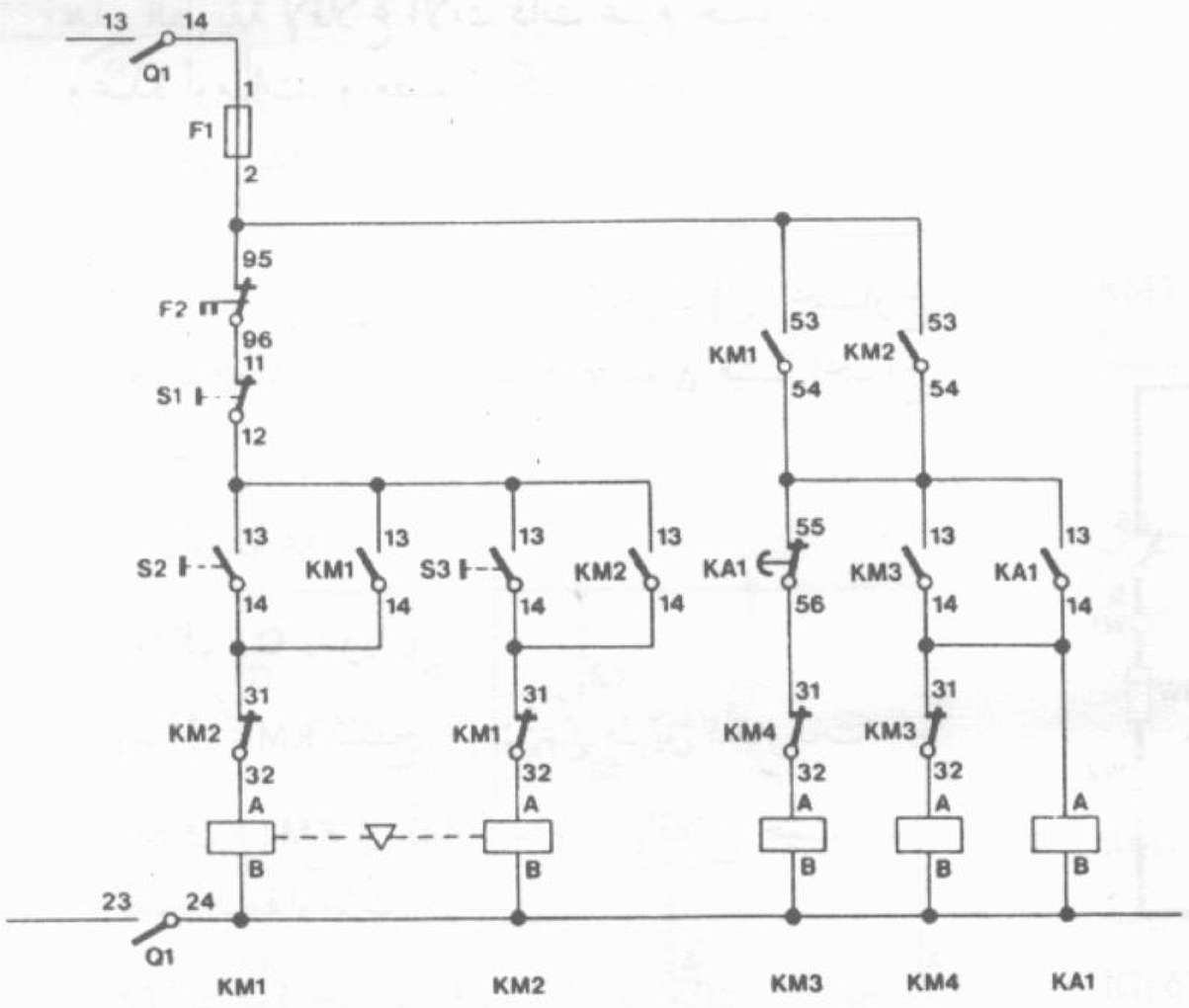
دارة الاستطاعة :

- إغلاق **Q1** يدوياً.
- إغلاق **KM1** أو **KM2** بحسب جهة الدوران المطلوبة .
- إغلاق **KM3** للتوصيل نجمي .
- فتح **KM3** وإغلاق **KM4** للتوصيل المثلثي.

وبفرض $I_{n\Delta}$ هو تيار المحرك الاسمي للتوصيل المثلثي تكون قيم التيارات لمكونات الدارة كما يلي:

Q1	KM1	KM2	KM3	KM4	F2
$I_{n\Delta}$			$I_{n\Delta} / 3$	$I_{n\Delta} / \sqrt{3}$	$I_{n\Delta}$

طريقة عمل دارة التحكم :



- يضغط على **S2** أو **S3** حسب اتجاه الدوران المرغوب فيه .
- يغلق **KM1** أو **KM2** .
- يغلق التماس **KM1(13–14)** أو التماس **KM2(13–14)**
- يغلق **KM3** بواسطة التماس **KM1(53–54)** أو **KM2(53–54)**.
- تغلق **KA1** ريليه التحكم ذات التأخير الزمني بواسطة إغلاق التماس **KM3(13–14)** وتحافظ على وضعية الإغلاق بواسطة التماس **KA1(13–14)** .
- بعد زمن **7–15 sec** يفتح **KA1(55–56)** ، ويغلق **KM4** بواسطة عودة التماس **KM3(31 –32)** إلى وضعيته في حالة الراحة **N/C**.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

- يوقف المحرك بواسطة S1 .

5ً- الإقلاع بتخفيض الجهد المطبق :

إن تخفيض الجهد المطبق على ملفات الجزء الثابت يؤدي إلى تخفيض تيار الإقلاع بنسبة تخفيض الجهد نفسها، فبفرض أن $x = 0.6$ نسبة التخفيض وأن :

T_s , I_s , U جهد الإقلاع وتيار عزمه قبل التخفيض

T'_s , I'_s , v' جهد الإقلاع وتيار وعزمه بعد التخفيض

يكون :

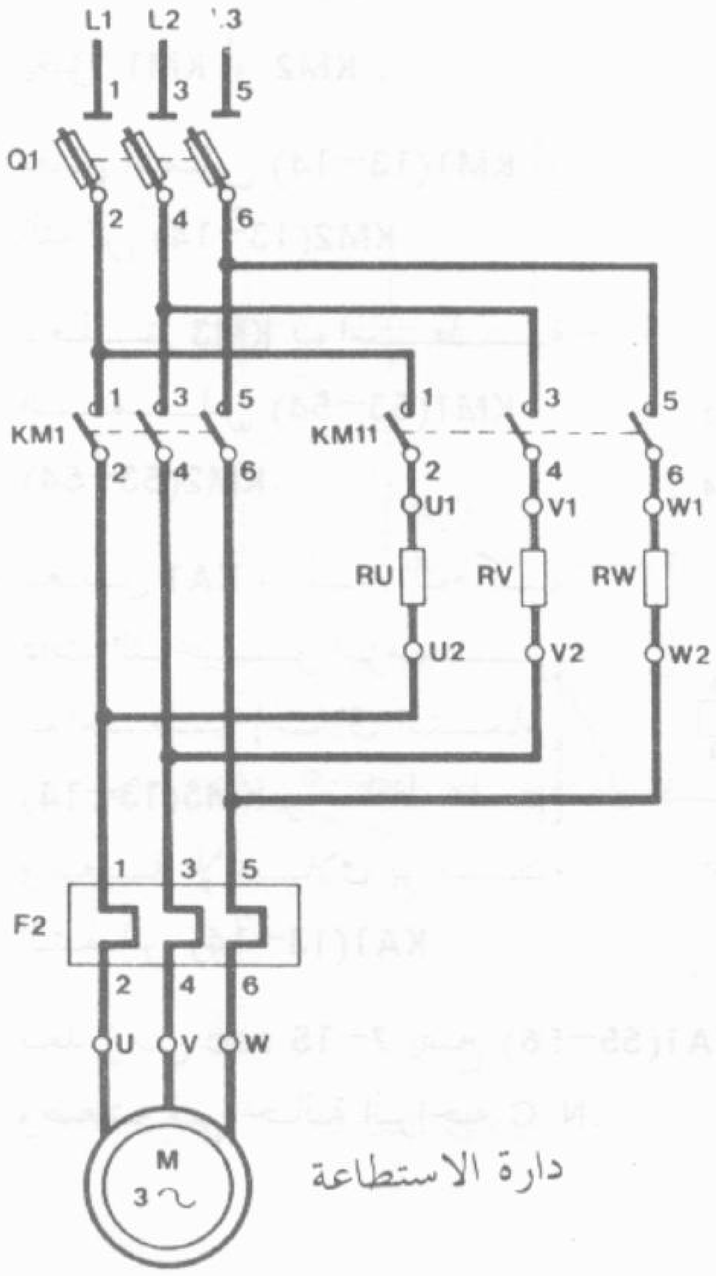
$$I_s = \frac{U}{Z} \quad ، \quad U' = xU \quad ، \quad I'_s = \frac{U'}{Z} = \frac{xU}{Z} = xI_s \quad ، \quad \frac{T'_s}{T_s} = x^2$$

ويكون الإقلاع بتخفيض الجهد إما باستخدام مقاومات، أو باستخدام محول ذاتي. وفيما يلي شرحٌ لهاتين الطريقتين :

1- الإقلاع باستخدام مقاومات :

1- أ - بالربط المباشر على الشبكة :

توصل مجموعة مقاومات أو أكثر على التسلسل مع ملفات الثابت أثناء مدة الإقلاع الأولى لتخفيض قيمة الجهد المطبّق، وتنخفض قيمة التيار بمقدار انخفاض الجهد نفسه بينما ينخفض العزم بقيمة تعادل مربع نسبة انخفاض الجهد، وتقصر المقاومات بكاملها في نهاية مرحلة الإقلاع . كما يمكن تغيير قيمتي العزم والتيار بتغيير قيمة المقاومات، لذلك يكون الإقلاع هنا ناعماً ، وتستخدم هذه الطريقة لإقلاع آلات ذات عزم حمل متزايد. تتراوح قيمة هذه المقاومات بين أجزاء الأوم وعدة أومات، وبعضها يكون مغموراً بالزيت لتبريد حرارتها التي ترتفع بسبب مرور تيارات إقلاع عالية ، وفي هذه الطريقة يتم إخراج ثلاثة أطراف فقط من ملفات المحرك إلى خارج المحرك،أما في طريقة $Y \leftarrow \Delta$ فيتم إخراج ستة أطراف .



دارة الاستطاعة

دارة الاستطاعة :

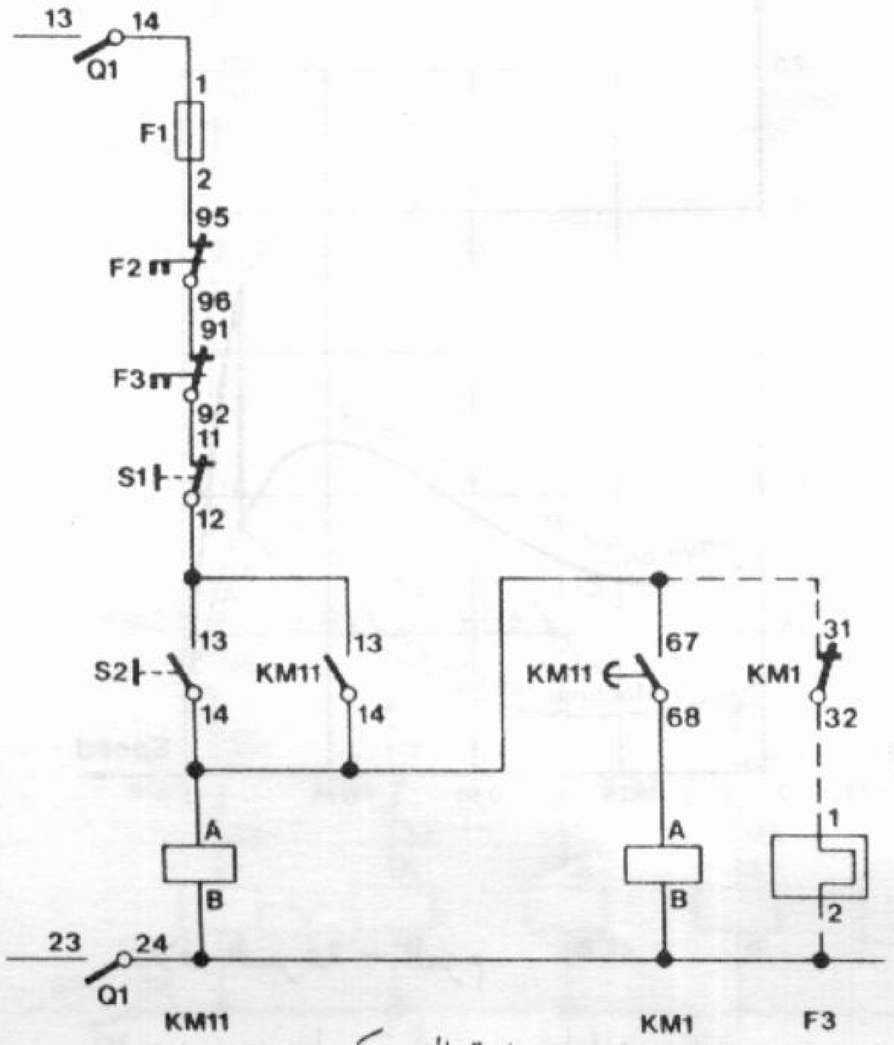
- إغلاق Q1 يدوياً .
- إغلاق KM1 ليقلع المحرك عن طريق المقاومات.
- إغلاق KM11 في نهاية مرحلة الإقلاع حيث يتم قصر المقاومات .
- F3 حاكمة حرارية لحماية المقارمات .

إن قيم تيارات مكونات الدارة Q1 ، KM1 KM11 و F2 تكون مساوية للتيار الاسمي للمحرك.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

طريقة عمل دارة التحكم :

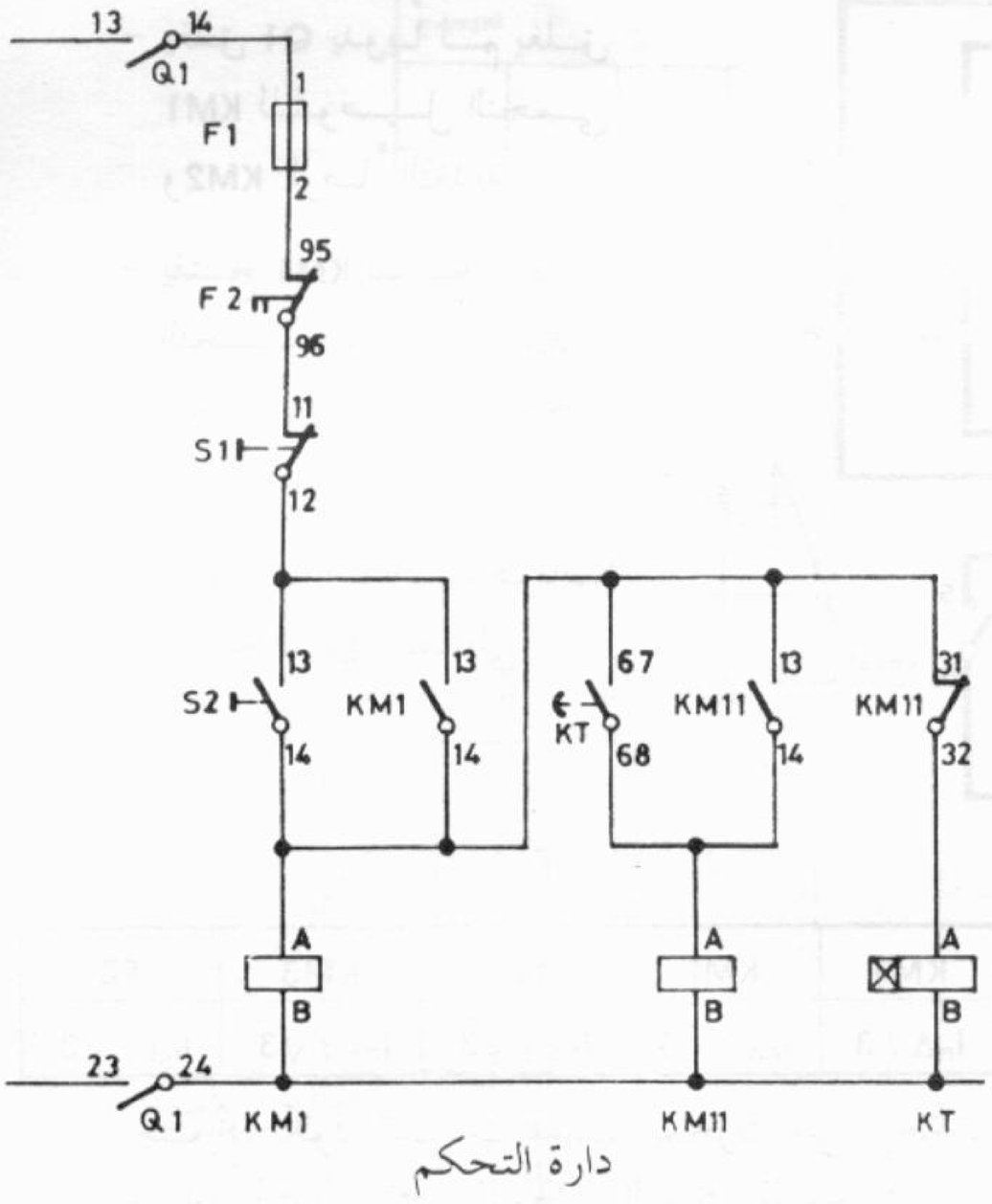
- بضغط **S2** يغلق الكونتاكتور **KM1** .
- يغلق التماس **KM1(13–14)** ويمر التيار في الحاكمة الحرارية **F3** .
- بعد مدة زمنية يغلق الكونتاكتور **KM11** بواسطة التماس الزمني **KM1(67–68)** .
- يفتح التماس **KM11(31–32)** ويتوقف مرور التيار في الحاكمة **F3** بعد أن تم قصر مقاومات الإقلاع.يوقف المحرك بواسطة **S1**.
- تُغمس مجسات الحاكمة الحرارية **F3** في الزيت لحماية مقاومات الإقلاع التي ترتفع درجة حرارتها نتيجة الإقلاع المتكرر، فهي تفصل الدارة عند درجة الحرارة الحدية التي تتحملها المقاومات .



دارة التحكم

يمكن رسم عدة دارات تحكم لهذه الطريقة وذلك باختيار مكونات أخرى مختلفة ، والشكل المبيّن يوضّح مثالاً لدارة أخرى، أما طريقة العمل فهي كالتالي :

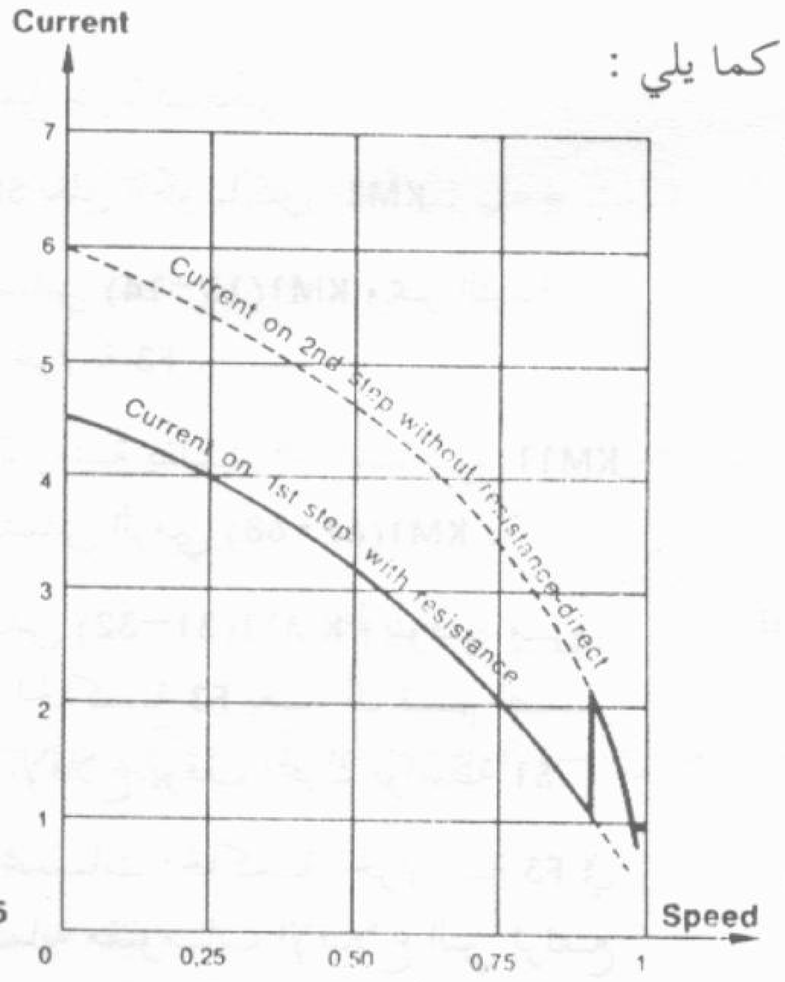
- بالضغط على **S2** يغلق **KM1** ويغلق التماس **KM1(13–14)** وتبدأ الحاكمة الزمنية **KT** بالتوقيت
- بعد مدة زمنية يغلق التماس **KT(67–68)** ويغلق **KM11** ويفتح التماس **KM11(31–32)** لفصل التغذية عن المؤقت .
- وُضع التماس **KM11(13–14)** للمحافظة على استمرارية التغذية على **KM11** لأن التماس **KT(67–68)** يعود إلى وضعيته **N/O** بعد فصل التغذية عن المؤقت **KT** .

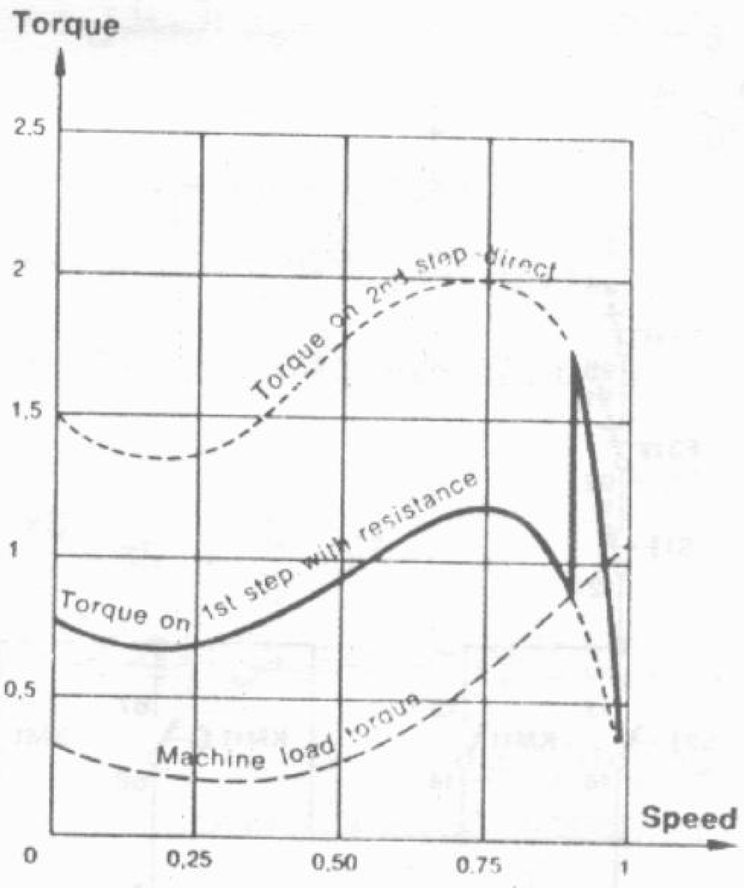


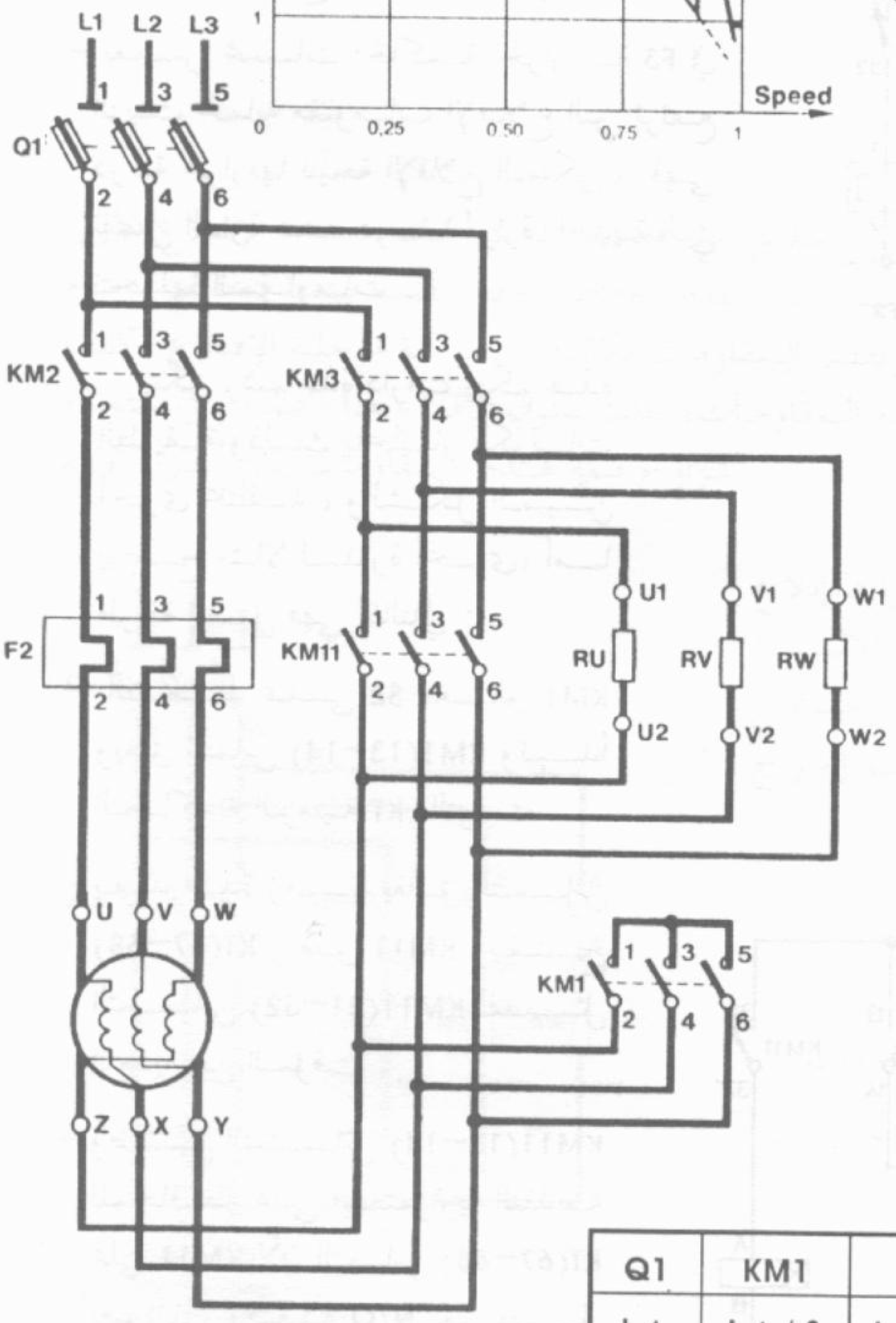
دارة التحكم

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

وتُعطى منحنيات الإقلاع لهذه الطريقة كما يلي :







علاقة السرعة – العزم

1– ب – بطريقة نجمي– دلتا :

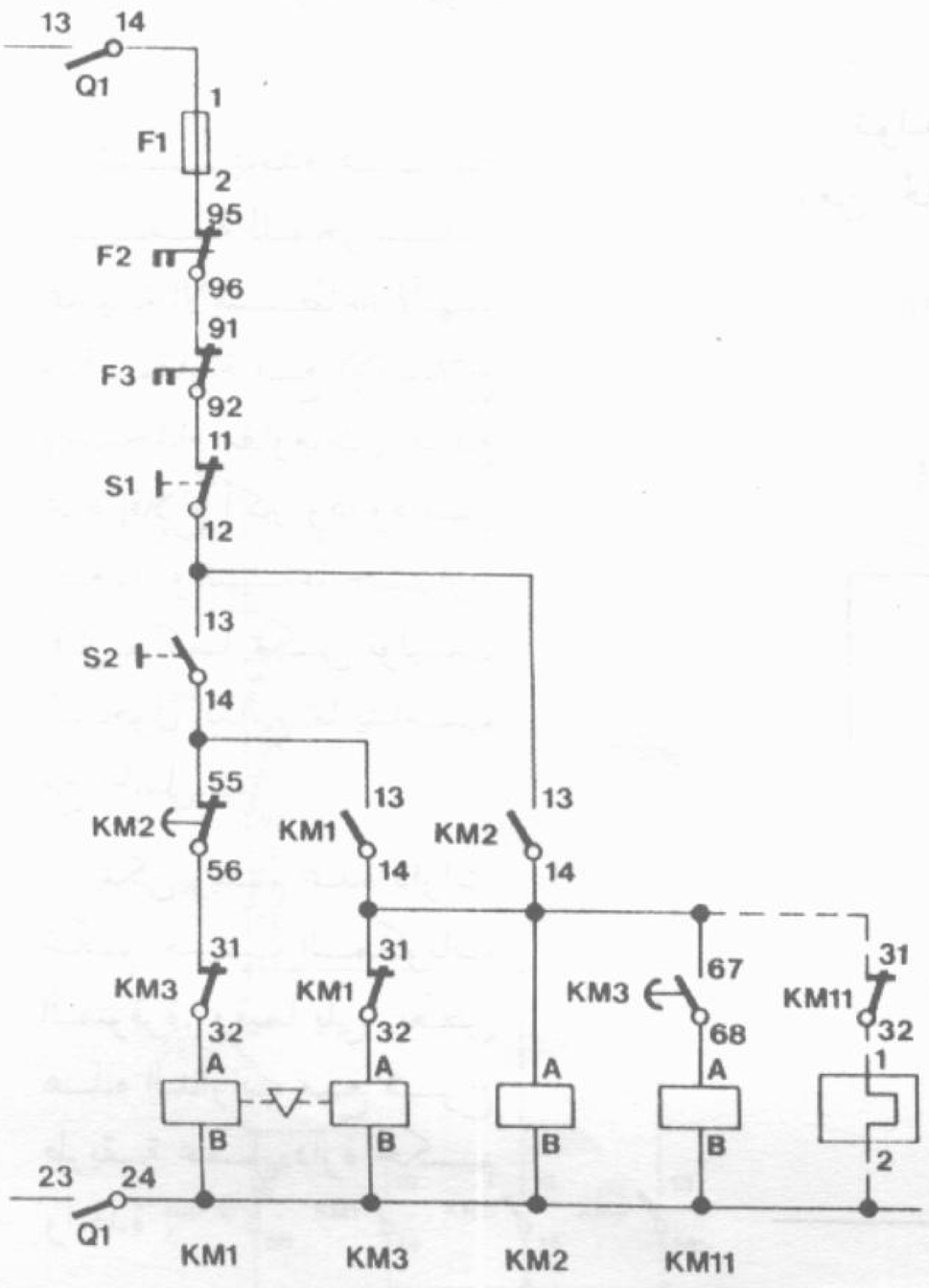
دارة الاستطاعة :

- يغلق **Q1** يدوياً ثم يغلق **KM1** للتوصيل النجمي و**KM2** لوصل التغذية
- يفتح **KM1** لفتح نقطة النجم ، ويغلق **KM3** للتوصيل دلتا ، يغلق **KM11** لقصر المقاومات .
- قيم تيارات المكونات بالنسبة لـ $I_{n\Delta}$ كما يلي :

Q1	KM1	KM2	KM11	KM3	F2
$I_{n\Delta}$	$I_{n\Delta} / 3$	$I_{n\Delta} / \sqrt{3}$	$I_{n\Delta} / \sqrt{3}$	$I_{n\Delta} / \sqrt{3}$	$I_{n\Delta} / \sqrt{3}$

- يجب أن تكون النهايات الست للمحرك على لوحة توصيل خارجية ، ويجب أن يكون توتر التغذية مساوياً للتوتر الاسمي للتوصيل المثلثي للمحرك .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



مراحل عمل دارة التحكم:

- يضغط **S2** فيغلق الكونتاكتور **KM1** ويغلق الكونتاكتور **KM2** بواسطة التماس **KM1(13–14)** وتعمل الحاكمة الحرارية **F3** . كما يغلق تماس استمرارية التغذية **KM2(13–14)** .
- يفتح الكونتاكتور **KM1** بعد زمن معين بواسطة التماس **KM2(55–56)** ثم يغلق الكونتاكتور **KM3** بواسطة التماس **KM1(31–32)** الذي يعود لحالة الإغلاق **N/C** .
- بعد زمن معين يغلق **KM11** بواسطة **KM3(67–68)** ، ثم يفتح التماس **KM11(31–32)** لفصل التغذية عن **F3** .
- يوقف المحرك بواسطة **S1**.
- إن الحاكمة الحرارية **F3** هنا اختيارية **F3** يمكن حذفها من الدارة لذلك رسمت بشكل مُنقّط.

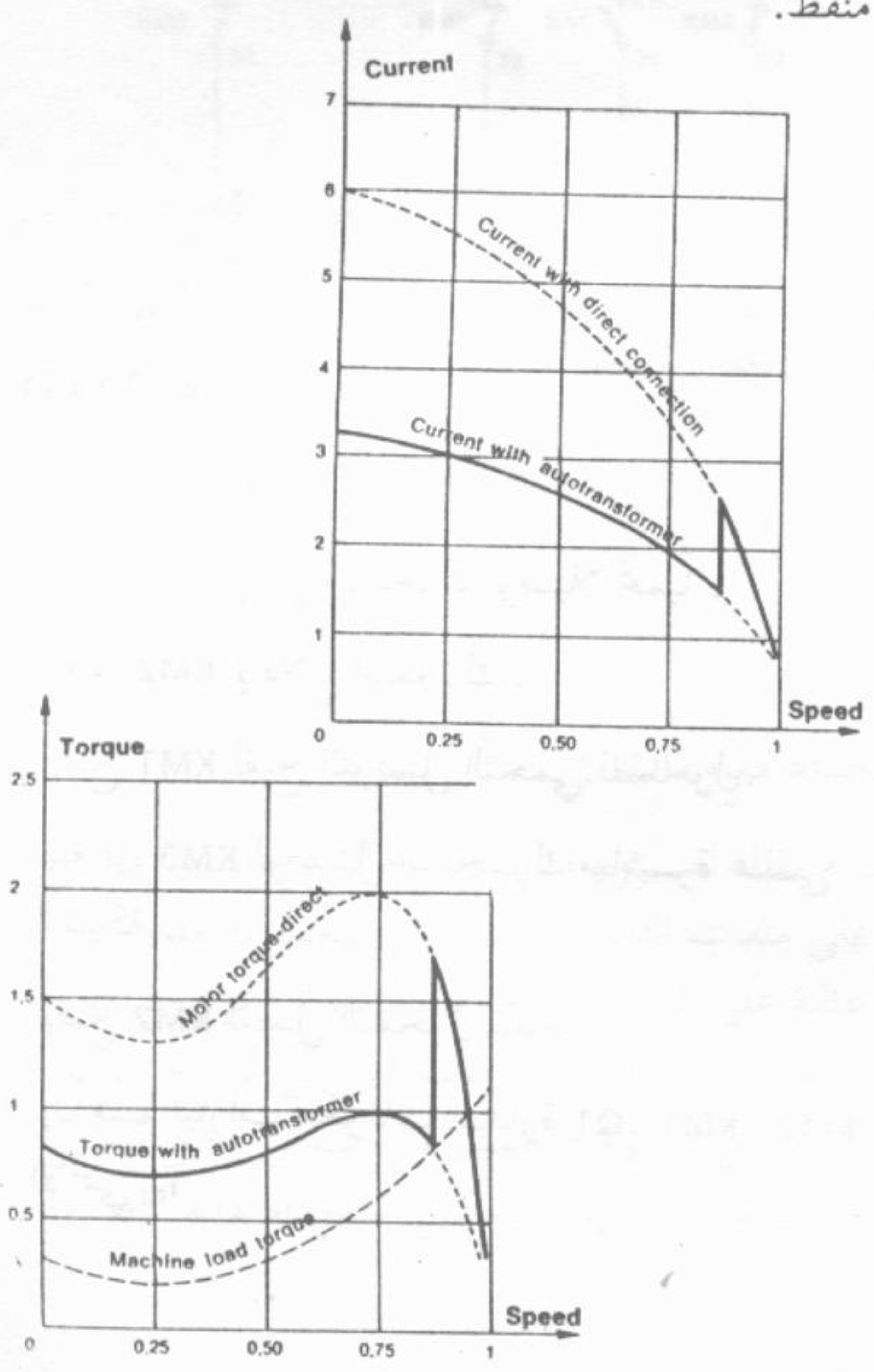
2- الإقلاع باستخدام محول ذاتي :

يطبّق جهد مخفض عن طريق محول ذاتي ويتم الإقلاع على ثلاث مراحل :

1- توصل ملفات المحول الذاتي بشكل نجمي بإغلاق **KM1** ، ثم يغلق الكونتاكتور الرئيسي **KM2** ومن ثم يكون قد تم تخفيض العزم بنسبة مربع الجهد .

2- تفتح نقطة النجم، ويبقى جزء من ملفات المحول الذاتي على التسلسل مع ملفات الجزء الثابت للمحرك .

3- تقصر جميع ملفات المحول الذاتي، ويطبق كامل الجهد على ملفات الثابت للمحرك وذلك بإغلاق **KM3** .

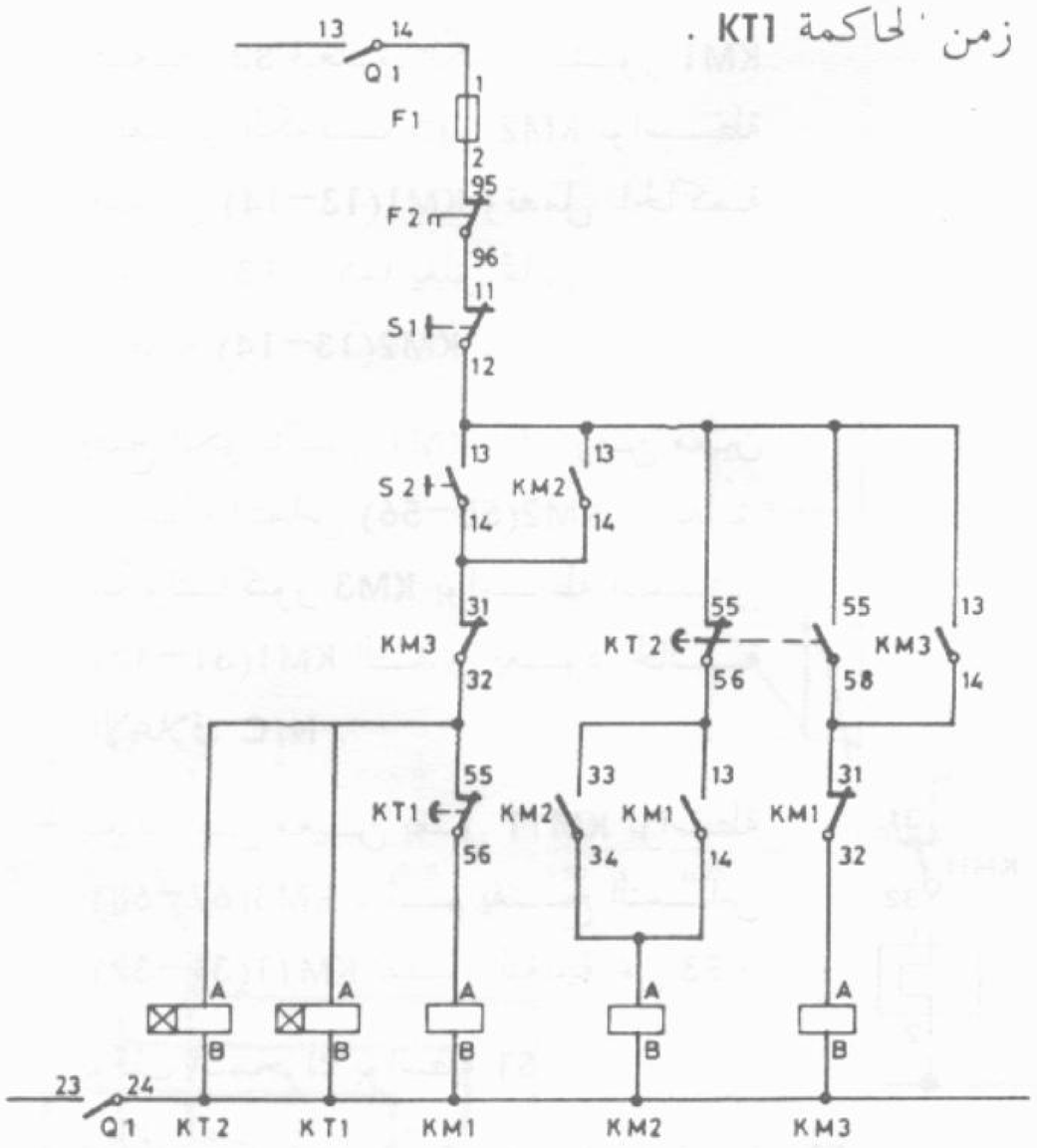


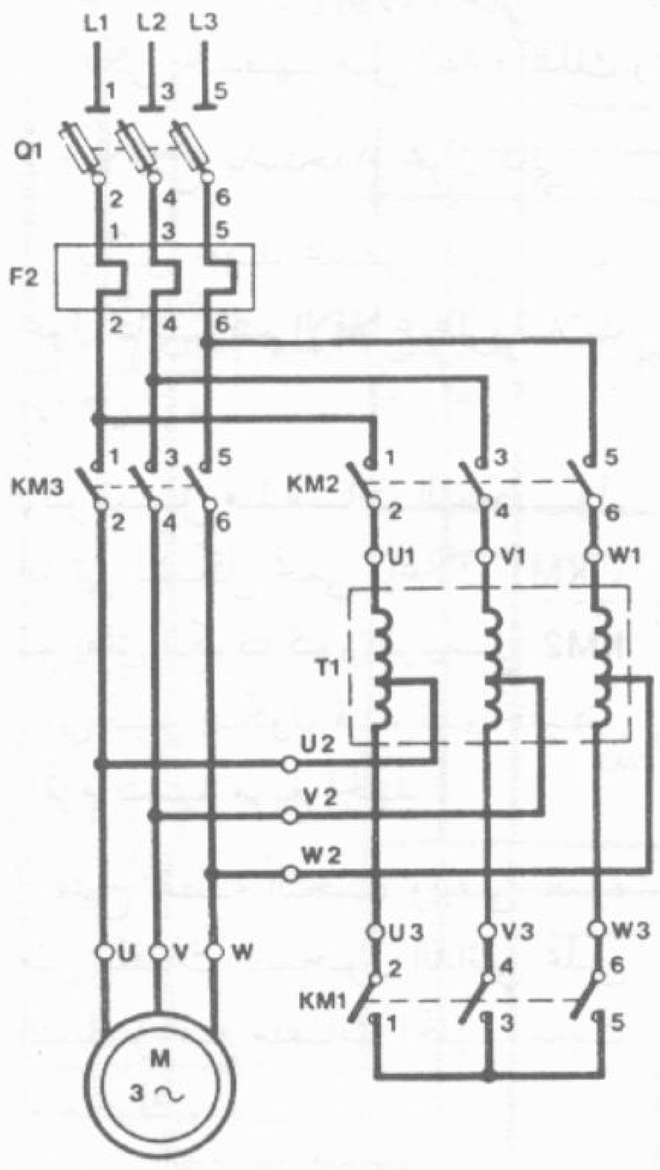
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

تستخدم هذه الطريقة للمحركات عالية الاستطاعة لأنها (بالمقارنة مع الإقلاع باستخدام مقاومات) تقدم عزم إقلاع أكبر وذروة تيارٍ أصغر، وضياعاً حرارياً أقل ، كما يمكن توليف المحول الذاتي بما يتناسب مع الحمل.

يمكن رسم عدة دارات تحكم حسب المكونات المتوفرة. وفيما يلي بعض هذه الدارات مع شرح طريقة عمل دارة تحكم واحدة .

تولف الحاكمة KT2 على زمن أطول من زمن الحاكمة KT1 .





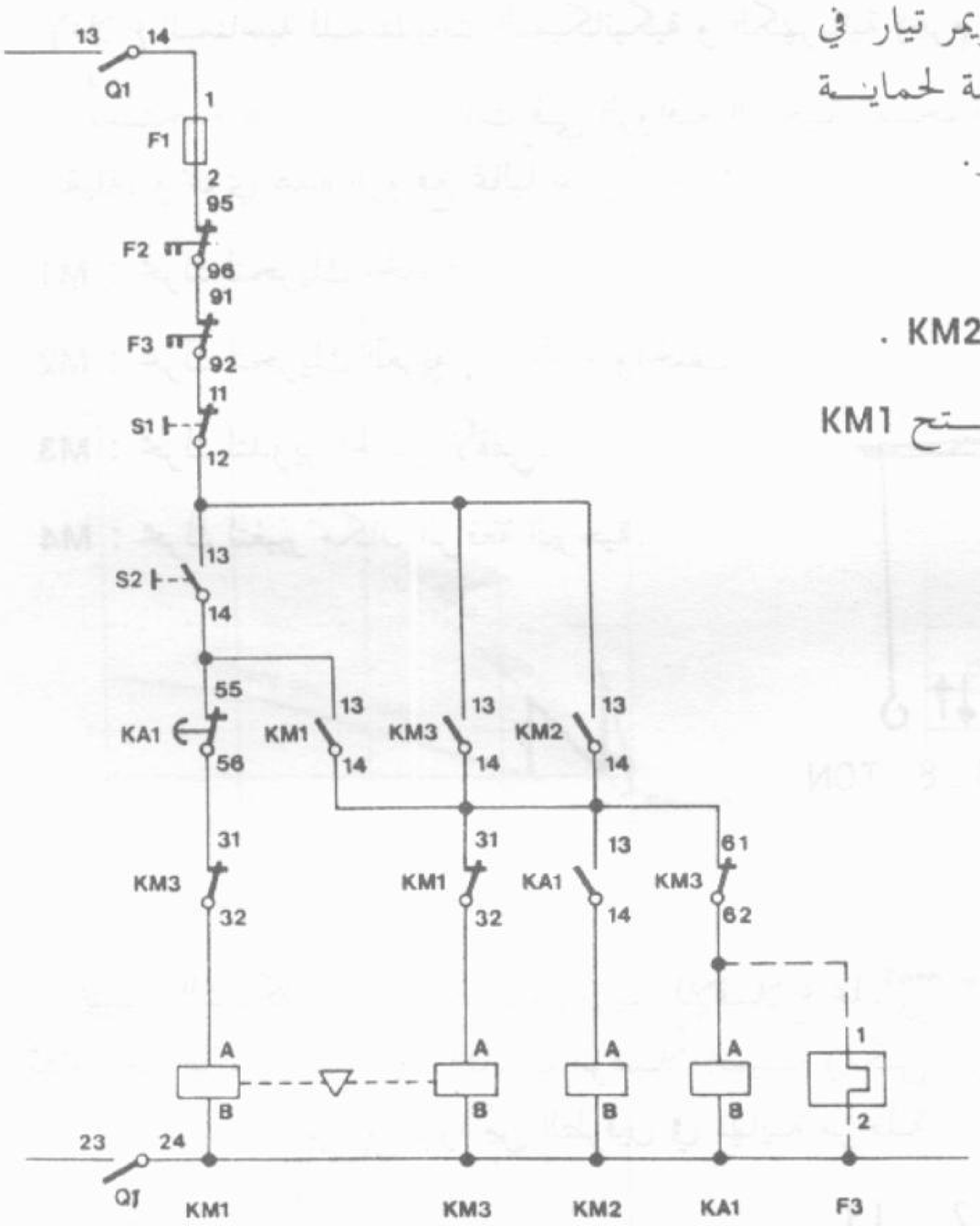
دارة الاستطاعة :

- يغلق Q1 يدوياً.
- يغلقKM1 لوصل المحرك توصيلا نجمياً .
- يغلق KM2 لإقلاع المحرك .
- يفتح KM1 لفتح التوصيل النجمي للمحول.
- يغلق KM3 لوصل المحرك مباشرة على الشبكة .
- يفتح KM2 لفصل المحول الذاتي .
- إن قيم تيارات مكونات الدارة Q1، KM1 KM2 ،KM3 و F2 جميعها مساوية لتيار المحرك الاسمي I_n

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

طريقة عمل دارة التحكم :

- يضغط **S2** فيغلق **KM1** .
- يفتح **KM1(31–32)** لضمان عدم تشغيل **KM3** (قفل كهربائي) .
- يغلق **KA1** بواسطة **KM1(13–14)** ويمر تيار في الحاكمة الحرارية **F3** المستخدمة لحماية المحول الذاتي ضد الإقلاع المتكرر.
- يغلق **KM2** بواسطة **KA1(13–14)** .
- يغلق تماس استمرارية التغذية **KM2(13–14)** .
- بعد زمن معين **5–10 sec** يفتح **KM1** بواسطة **KM1(55–56)** .
- يغلق **KM3** بواسطة التماس **KM1(31–32)** الذي يعود لحالة الإغلاق .
- يفتح التماس **KM3(31–32)** لضمان عدم تشغيل **KM1** (قفل كهربائي) .
- يغلق تماس استمرارية التغذية **KM3(13–14)** .
- يفصل **KA1** و **F3** بواسطة **KM3(61–62)** .
- يفصل **KM2** **KA1(13–14)** .
- يضغط **S1** لإيقاف المحرك .



3–2– إقلاع المحرك ذي الدائر الملفوف باستخدام مقاومات :

لايمكن إقلاع هذا المحرك بخطوة واحدة لعدم تقبله لعزوم وتيارات إقلاع عالية، ففي هذا النوع من المحركات يطبّق كامل الجهد على ملفات الثابت بينما تربط مجموعة مقاومات سلكية ذات مقطع كبير لتتحمل مرور تيارات عالية على التسلسل مع ملفات الدائر، وتقصر بالتدريج على عدة مراحل أثناء الإقلاع إلى أن يتم إخراج جميع المقاومات ويصل المحرك إلى سرعته الاسمية ، وإن قيمة هذه المقاومات هي التي تحدد منحني العزم – السرعة ، فمن أجل قيمة عزم معيّن تقل السرعة كلما زادت قيمة المقاومات، إذن يمكن استخدام هذه الطريقة لتنظيم السرعة .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

يتناسب التيار مع عزم الخرج عند سرعة معينة، فمثلاً من أجل عزم إقلاع $2T_n$ يكون تيار الإقلاع $2I_n$، بينما تيار الإقلاع للمحرك ذي القفص السنجابي يبلغ $6I_n$ والعزم $1.5T_n$. لذلك فإن المحركات ذات حلقات الانزلاق تناسب إقلاعاً ناعماً تحت الحمل الكامل أو الأحمال التي تتطلب أقل تيار إقلاع ممكن بالإضافة لكونها ذات مرونة لسهولة مطابقة شكل المنحنيات التي تمثّل خطوات الإقلاع المناسبة للمتطلبات الميكانيكية و الكهربائية (عزم حمل ، تيار إقلاع أعظمي ....) .

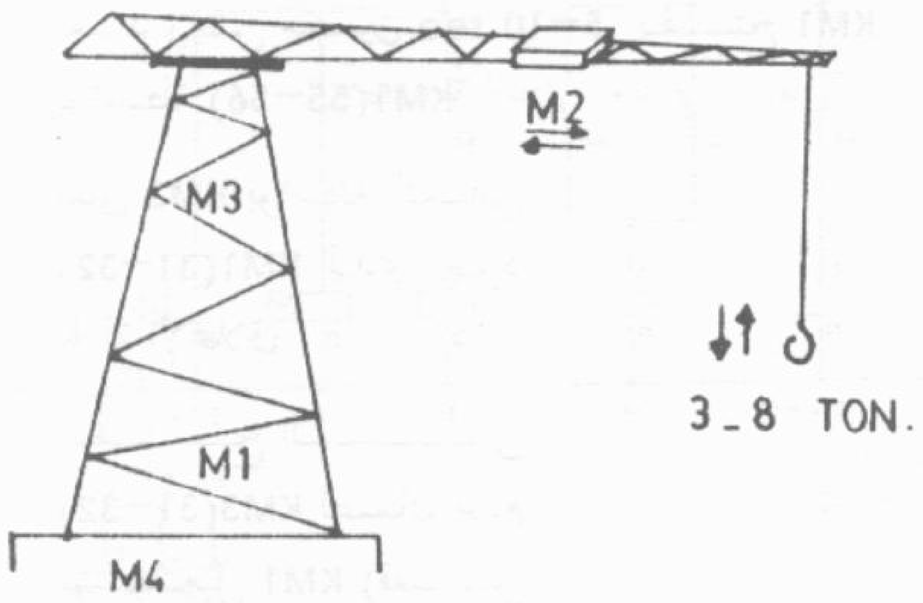
تُستخدم هذه المحركات في الروافع البرجية الضخمة، حيث تخفف من سرعة تحريك الأحمال الثقيلة، وتحوي هذه الروافع غالباً على أربعة محركات :

M1 : محرك لتحريك الخطاف إلى الأعلى والأسفل.

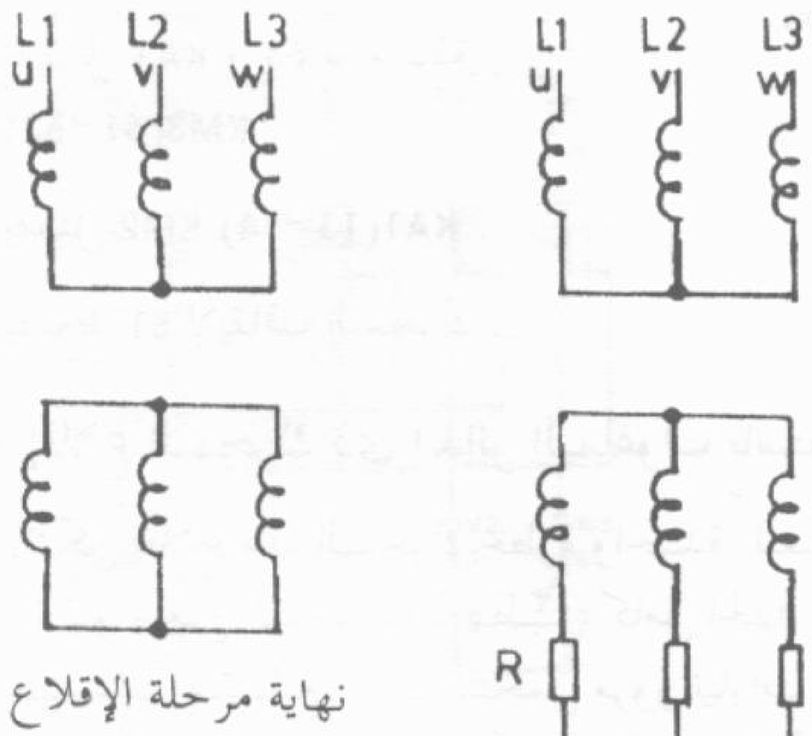
M2 : محرك لتحريك العربة إلى الأمام والخلف.

M3 : محرك لتدوير الجسر الأفقي.

M4 : محرك لتغيير مكان الرافعة البرجية.



يبين الشكل جانباً مخططاً رمزياً للإقلاع على ثلاث مراحل، ويظهر فيه الثابت موصلاً نجمياً (يمكن توصيله دلتا) والدائر مقصوراً من الطرفين في نهاية مرحلة الإقلاع .

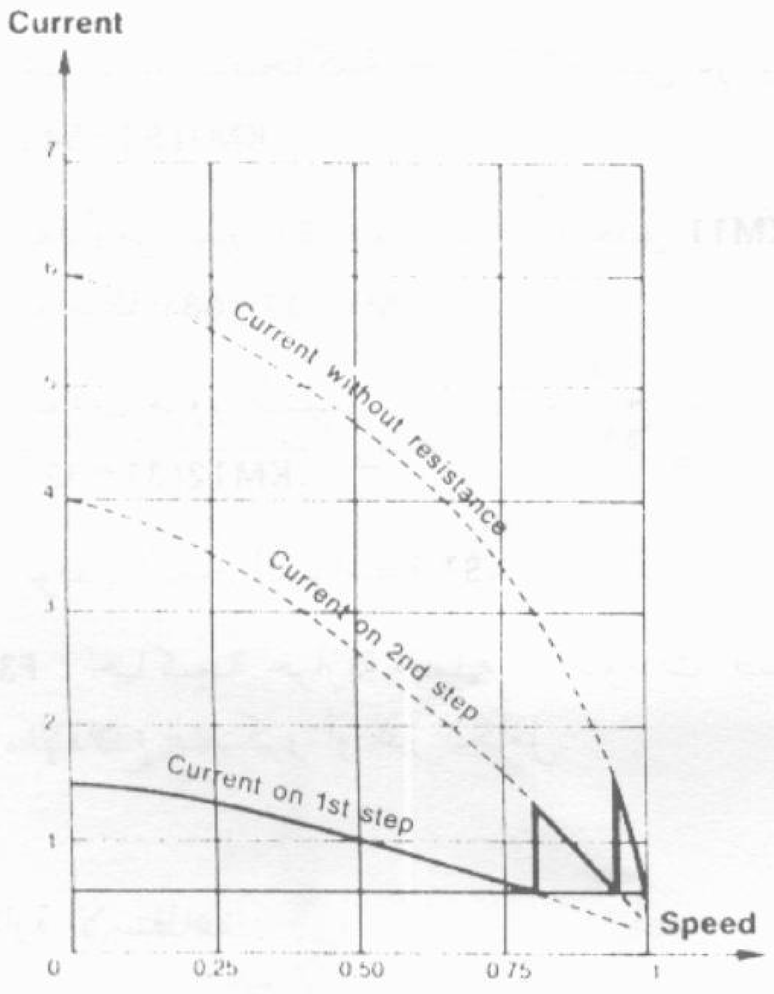


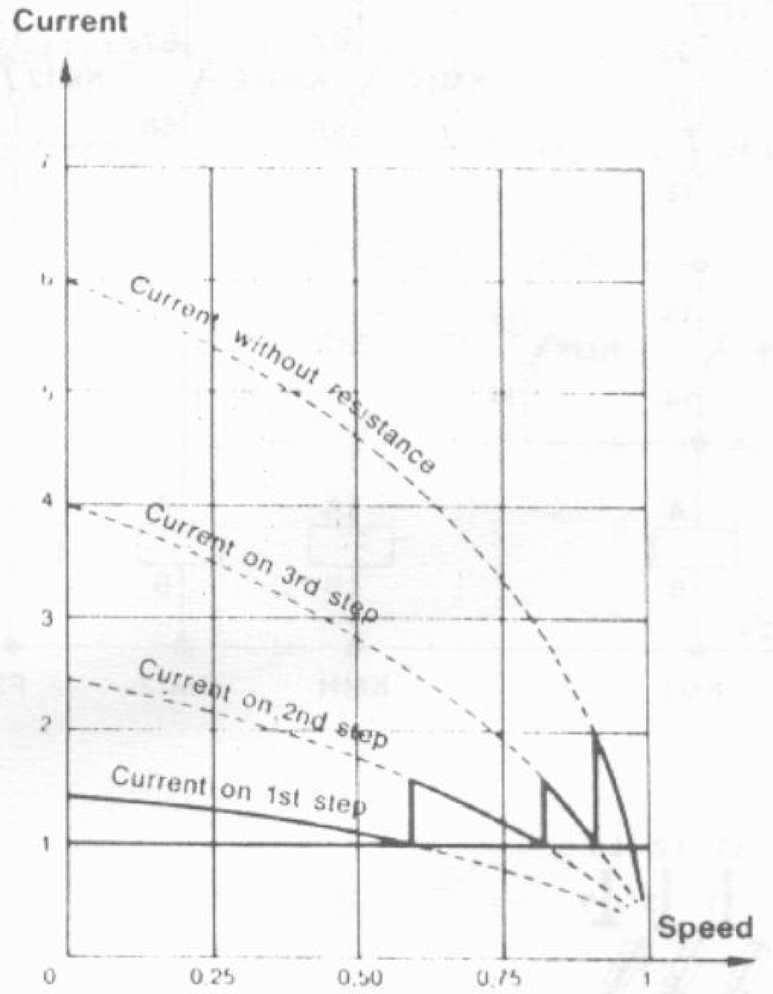
نهاية مرحلة الإقلاع

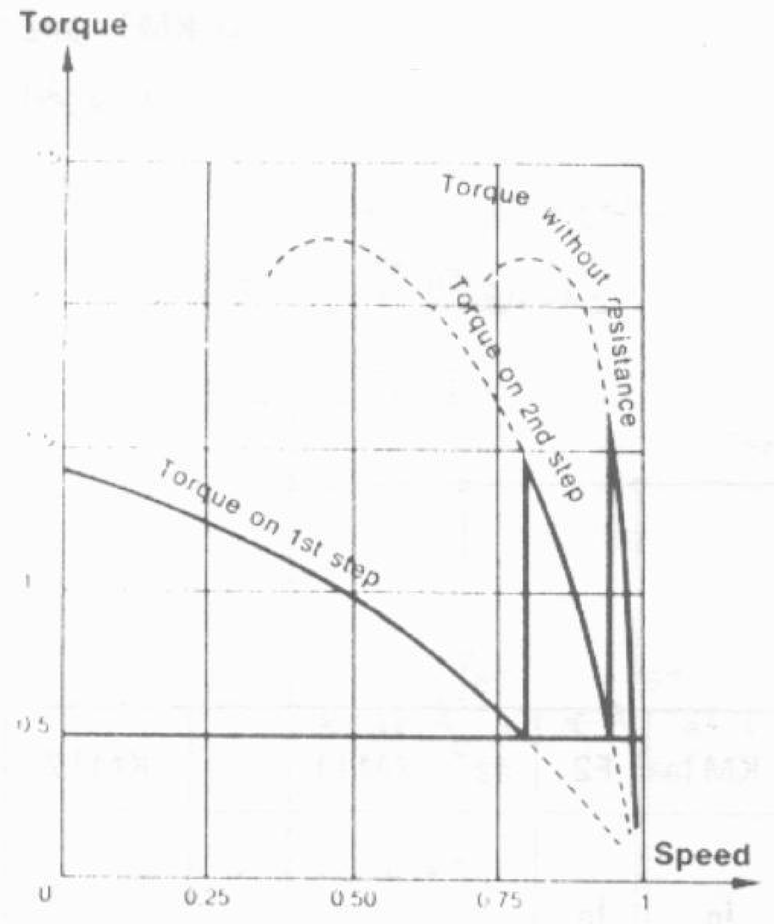
بداية مرحلة الإقلاع

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

تكون منحنيات علاقة التيار – السرعة والتيار – العزم لهذه الطريقة على الشكل التالي :

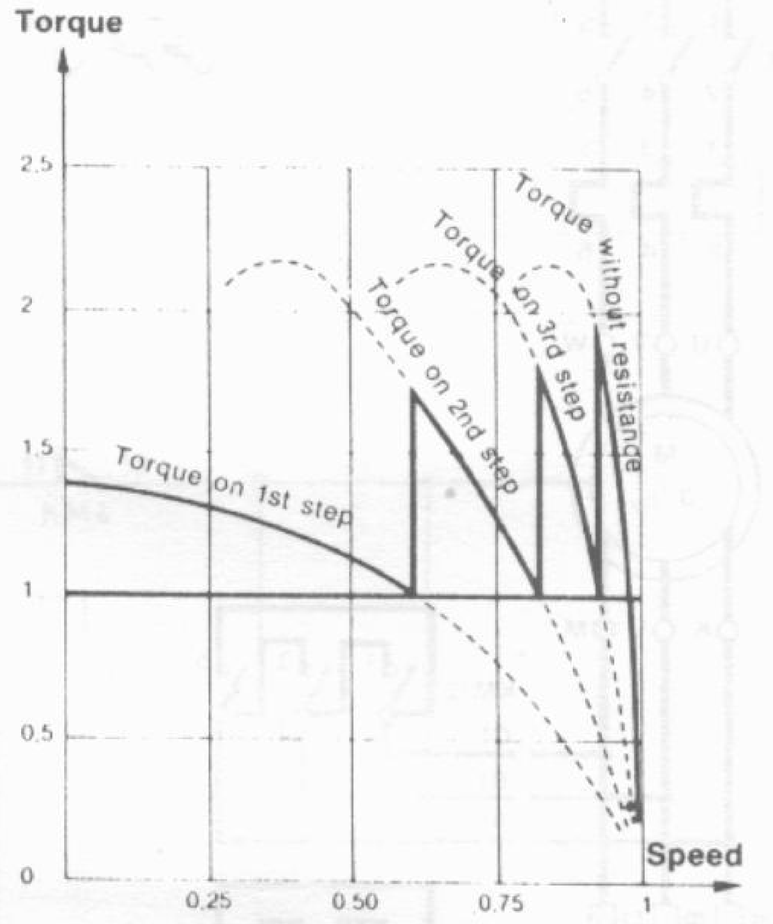






3 step rotor resistance starting

إقلاع المحرك على ثلاث مراحل



4 step rotor resistance starting

إقلاع الحرك على أربع مراحل

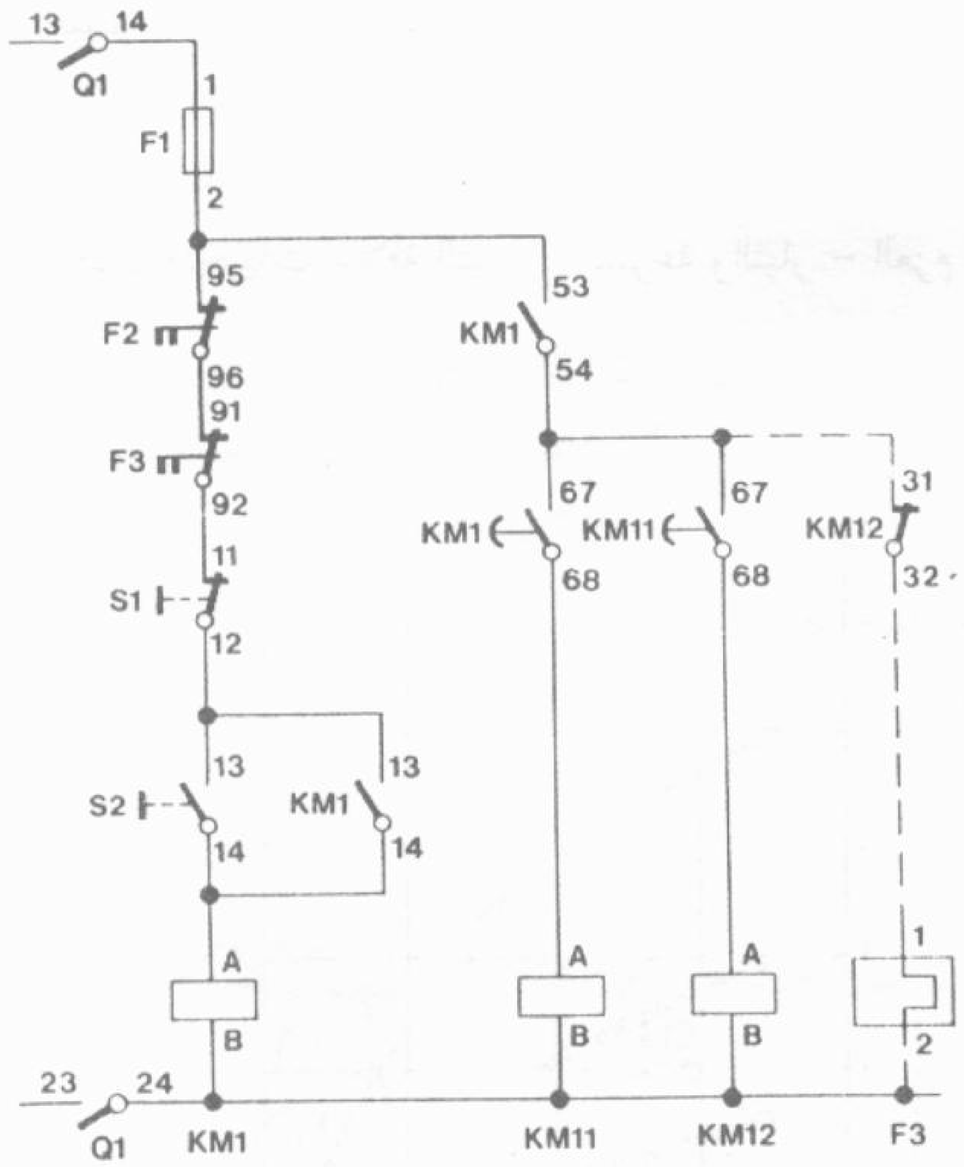
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

1ً- الإقلاع على ثلاث مراحل :

طريقة عمل دارة التحكم :

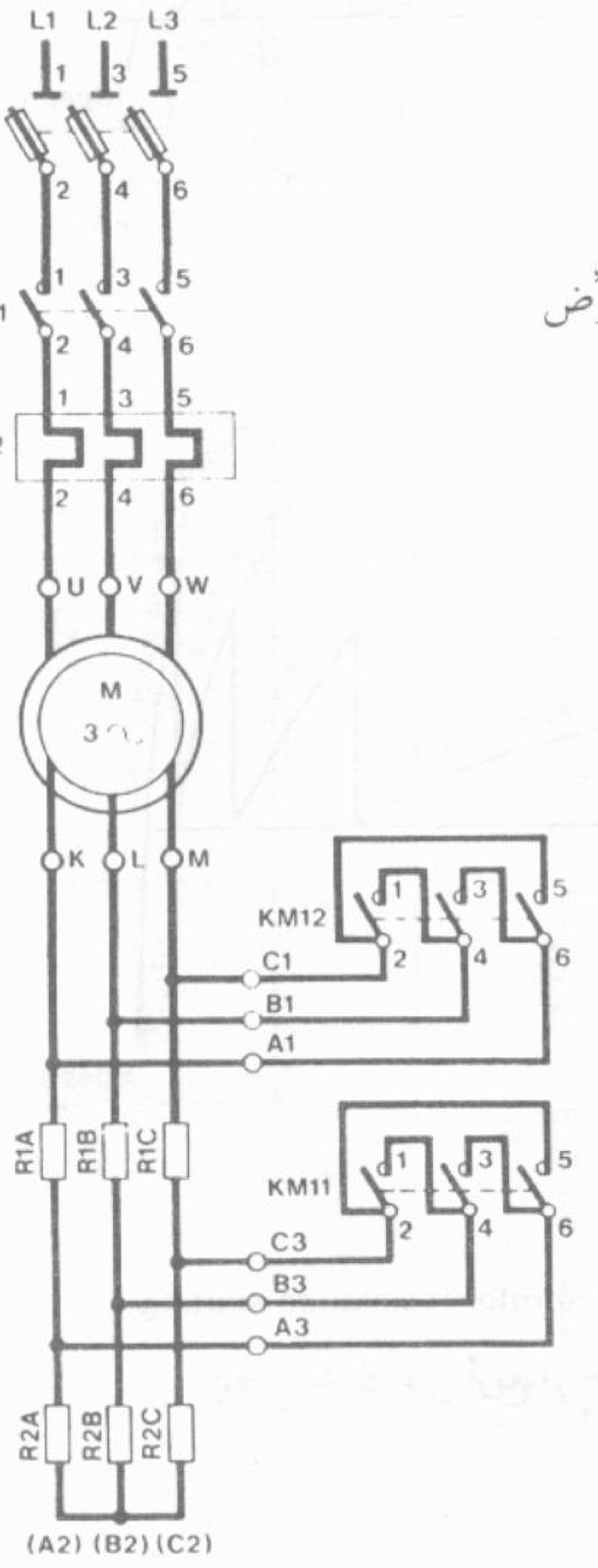
- يضغط S2 فيغلق KM1 .
- يغلق تماس استمرارية التغذية KM1(13-14).
- يمر تيار بالحاكمة الحرارية F3 عن طريق KM1(53-54) .
- بعد زمن معين (5 ثوان تقريباً) يغلق KM11 بواسطة KM1(67-68) .
- يتوقف مرور التيار في F3 بفتح التماس KM12(31-32).
- يوقف المحرك بواسطة S1.

F3 : حاكمة حرارية لحماية المقاومات ضد الإقلاع المتكرر أو غير الكامل.



دارة الاستطاعة :

- يغلق Q1 يدوياً .
- يغلق KM1 مولداً ساحة مغناطيسية في الجزء الثابت والتي تحرِّض الجزء الدائر .
- يغلق KM11 لقصر جزء من المقاومات .
- يغلق KM12 لقصر كافة المقاومات .
- قيم تيارات مكونات الدارة :



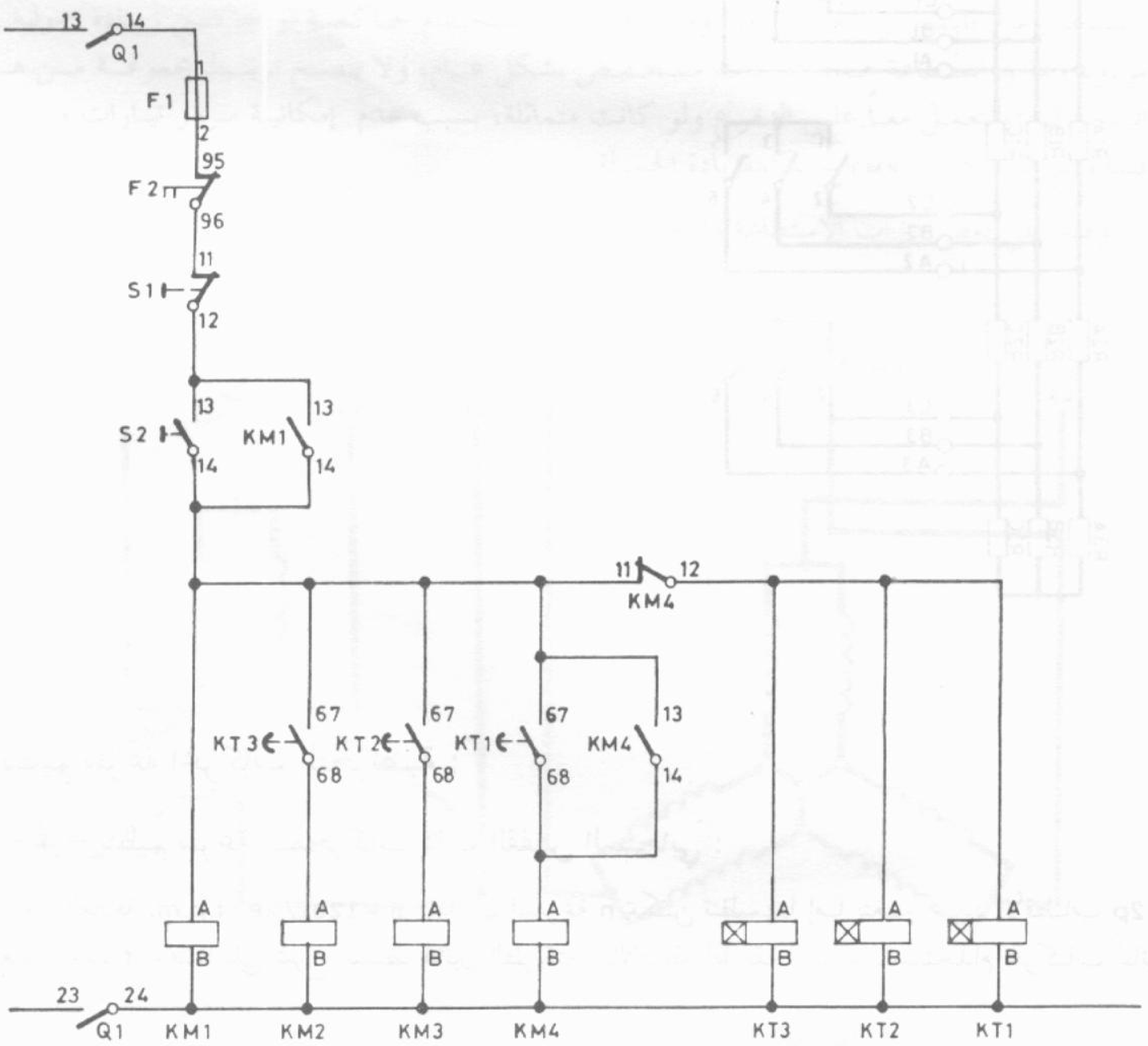
Q1	KM1	F2	KM11	KM12
I_n	I_n	I_n	يعتمد على قيمة تيار الدائر وطريقة العمل	تيار الدائر

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

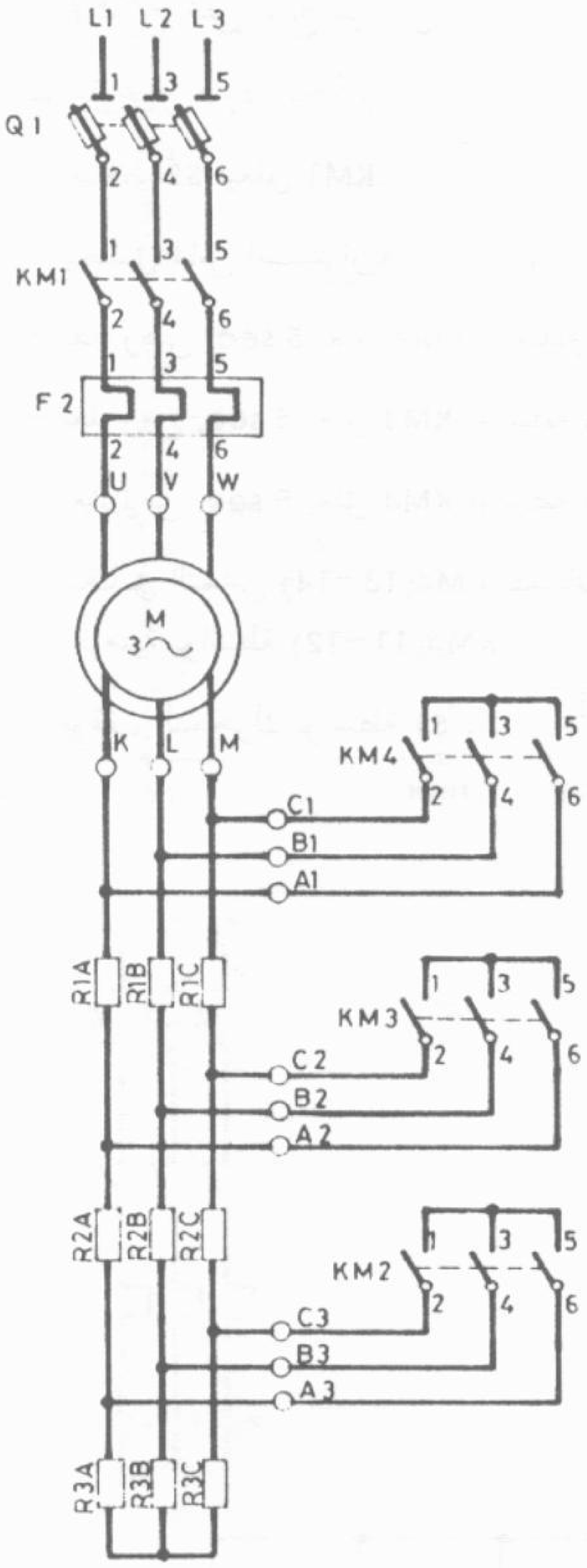
2ً – الإقلاع على أربع مراحل :

طريقة عمل دارة التحكم :

- يضغط **S2** فيغلق **KM1** .
- يغلق تماس استمرارية التغذية **KM1(13–14)** .
- بعد زمن **5 sec.** يغلق **KM2** بواسطة **KT3(67–68)** .
- بعد زمن **5 sec.** يغلق **KM3** بواسطة **KT2(67–68)** .
- بعد زمن **5 sec.** يغلق **KM4** بواسطة **KT1(67–68)** .
- يغلق التماس **KM4(13–14)** لضمان استمرارية التغذية على **KM4** بعد فصل التغذية عن الحواكم الزمنية بواسطة **KM4(11–12)** .
- يوقف المحرك بواسطة **S1** .



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



دارة الاستطاعة :

- يغلق **Q1** يدوياً .
- يغلق **KM1** لتحريض الجزء الدائر .
- يغلق **KM2** لقصر جزء من المقاومات .
- يغلق **KM3** لقصر جزء آخر من المقاومات .
- يغلق **KM4** لقصر كافة المقاومات .

4- تنظيم سرعة المحركات التحريضية :

4- 1 – تنظيم سرعة المحركات ذات القفص السنجابي :

من العلاقة **n = 120f/2P r.p.m.** نجد أن السرعة **n** يمكن تنظيمها إما بتغيير عدد الأقطاب **2p** أو بتغيير التردد **f** .وفيما يلي شرح مبسط لهاتين الطريقتين بالإضافة لطريقة التنظيم باستخدام محركات ثنائية الملفات :

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

1ً– التنظيم بتغيير تردد المنبع f :

ويتطلب هذا استخدام مغيّر للتردد كمجموعة مولد – محرك ، ولإبقاء العزم ثابتاً يجب تثبيت السيالة المغناطيسية Φ_{max} ، أما التوتر فيجب أن يتناسب كلياً مع التردد، أي أن النسبة **U/f** يجب أن تبقى ثابتة وفق العلاقة :

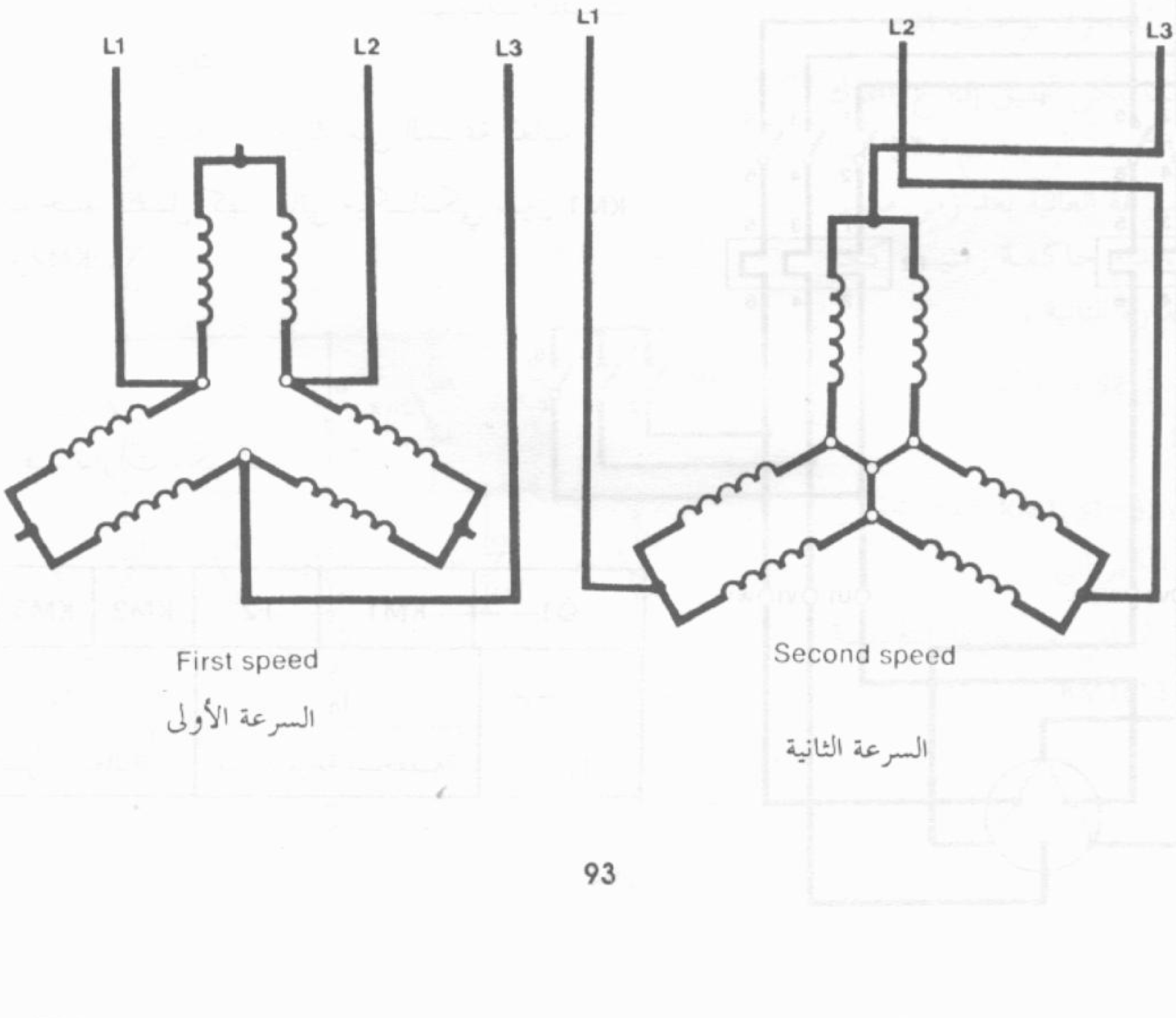
$$\frac{U}{f} = 4.44\ W_1\ K_w\ \Phi_{max} = CONST.\Phi_{max}$$

وتسمح هذه الطريقة بالحصول على مواصفات فنية ثابتة مع سرعة منخفضة لكنها مكلفة لكونها تتطلب مولد تردد متغير أو مبدلة تردد ساكنة .

2ً– التنظيم بتغيير عدد الأقطاب :

يمكن الحصول على سرعتين أو أكثر بتغيير ترتيب اللفات بحيث نحصل على أعداد مختلفة من الأقطاب، ومن عيوب هذه الطريقة أن سرعة المحرك تتغير بشكل فجائي بنسبة **2** إلى **1** أو **1** إلى **2** (**4** و **8** أقطاب، **6** و **12** قطباً .....) ويكون له ست نهايات كما في الشكل ، كما يكون المحرك ذا استطاعة وعزم ثابتين أو متغيرين، وتؤمّن الحماية باستخدام حاكمة أو حاكمتي زيادة حمولة .إن مردود وعامل استطاعة هذه المحركات منخفض بشكل عام، ولا ينصح بربط مجموعة من هذه المحركات لتعمل معاً على التفرع ولو كانت متماثلة، بسبب عدم إمكانية مرور تيارات متساوية فيها والتي قد تؤدي إلى فصل حاكمةزيادة الحمولة .

وفيما يلي بعض دارات الاستطاعة والتحكم لهذه الحالة:



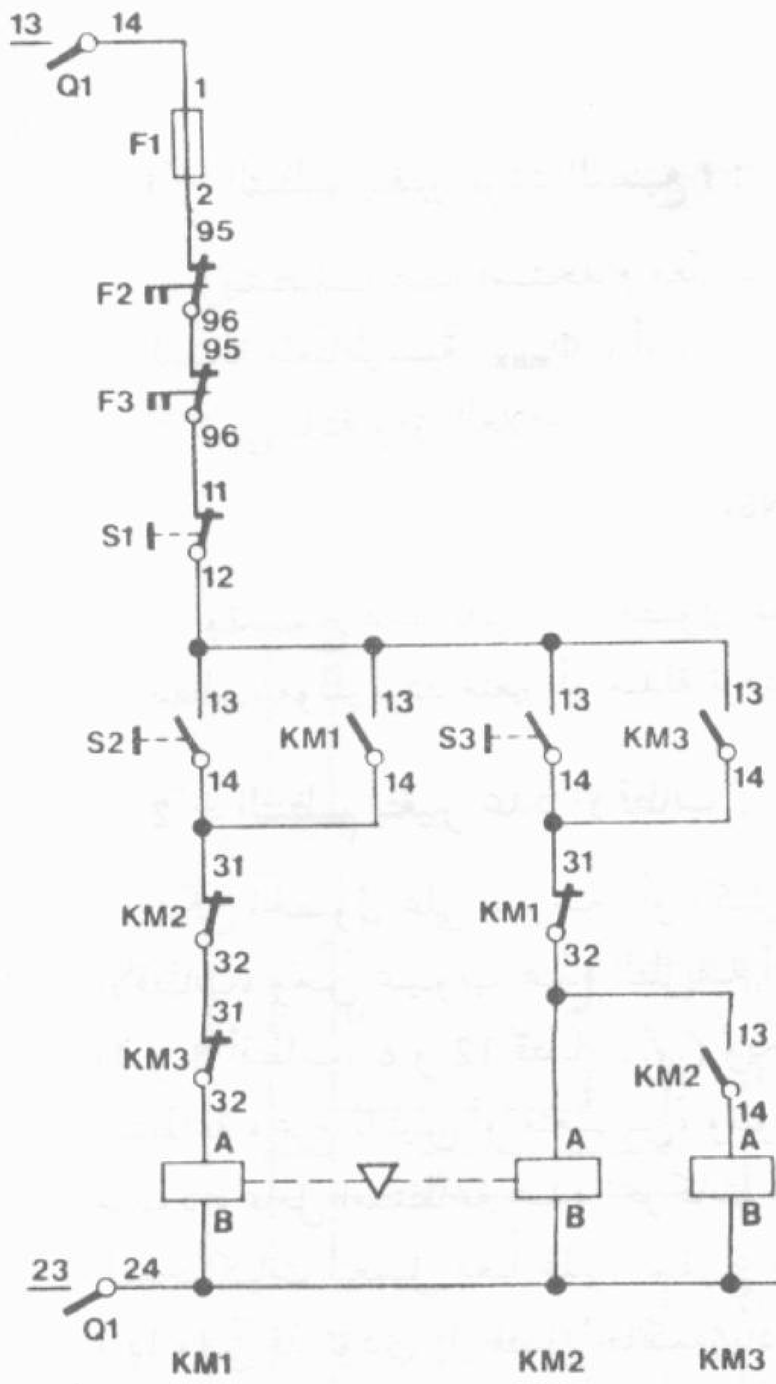
First speed

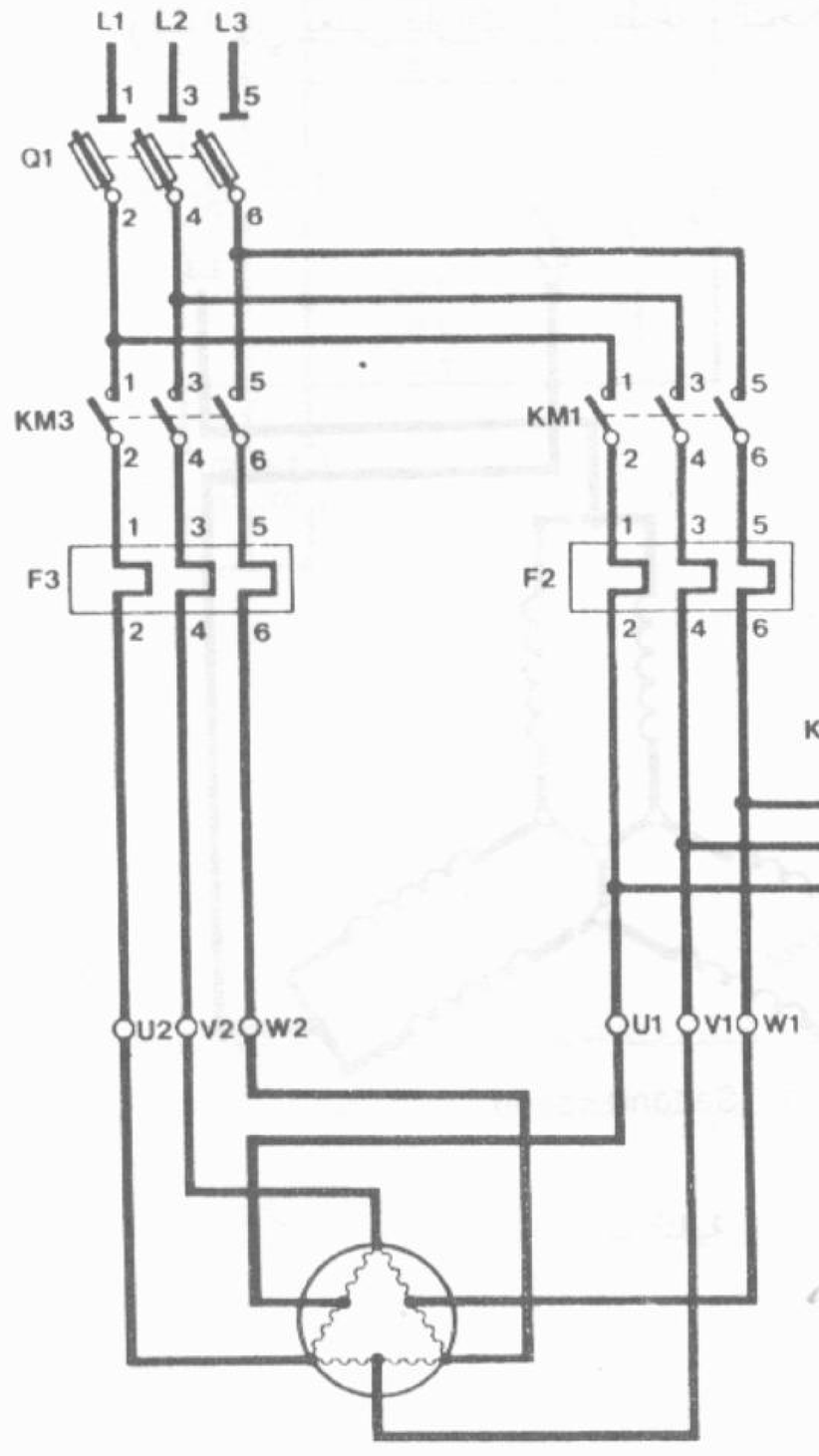
السرعة الأولى

Second speed

السرعة الثانية

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com





- الإقلاع بسرعتين - عزم ثابت - ملفات تفرعية :

مراحل عمل دارة التحكم :

- يضغط **S2** فيغلق **KM1**.
- يفتح **KM1(31–32)** ليعمل كقفل كهربائي .
- يغلق تماس استمرارية التغذية **KM1(13–14)**.

أو :

- يضغط **S3** فيغلق **KM2** .
- يفتح **KM2(31–32)** الذي يحقق القفل الكهربائي.
- يغلق **KM3** بواسطة **KM2(13–14)** .
- يغلق تماس استمرارية التغذية **KM3(13–14)** .
- يوقف المحرك بواسطة **S1** .

دارة الاستطاعة :

- يغلق **Q1** يدوياً .
- يغلق **KM1** فيقلع المحرك على السرعة البطيئة.

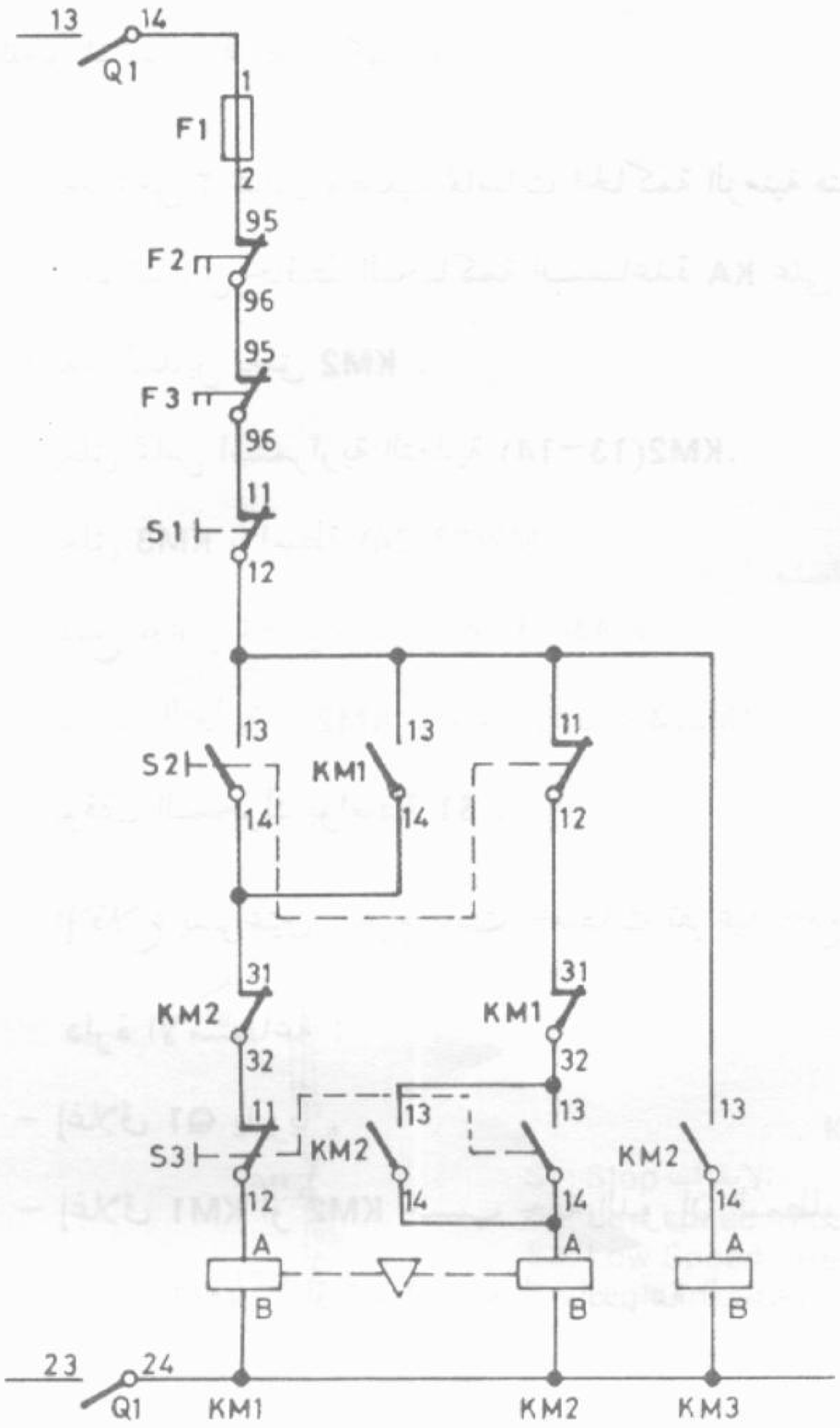
أو :

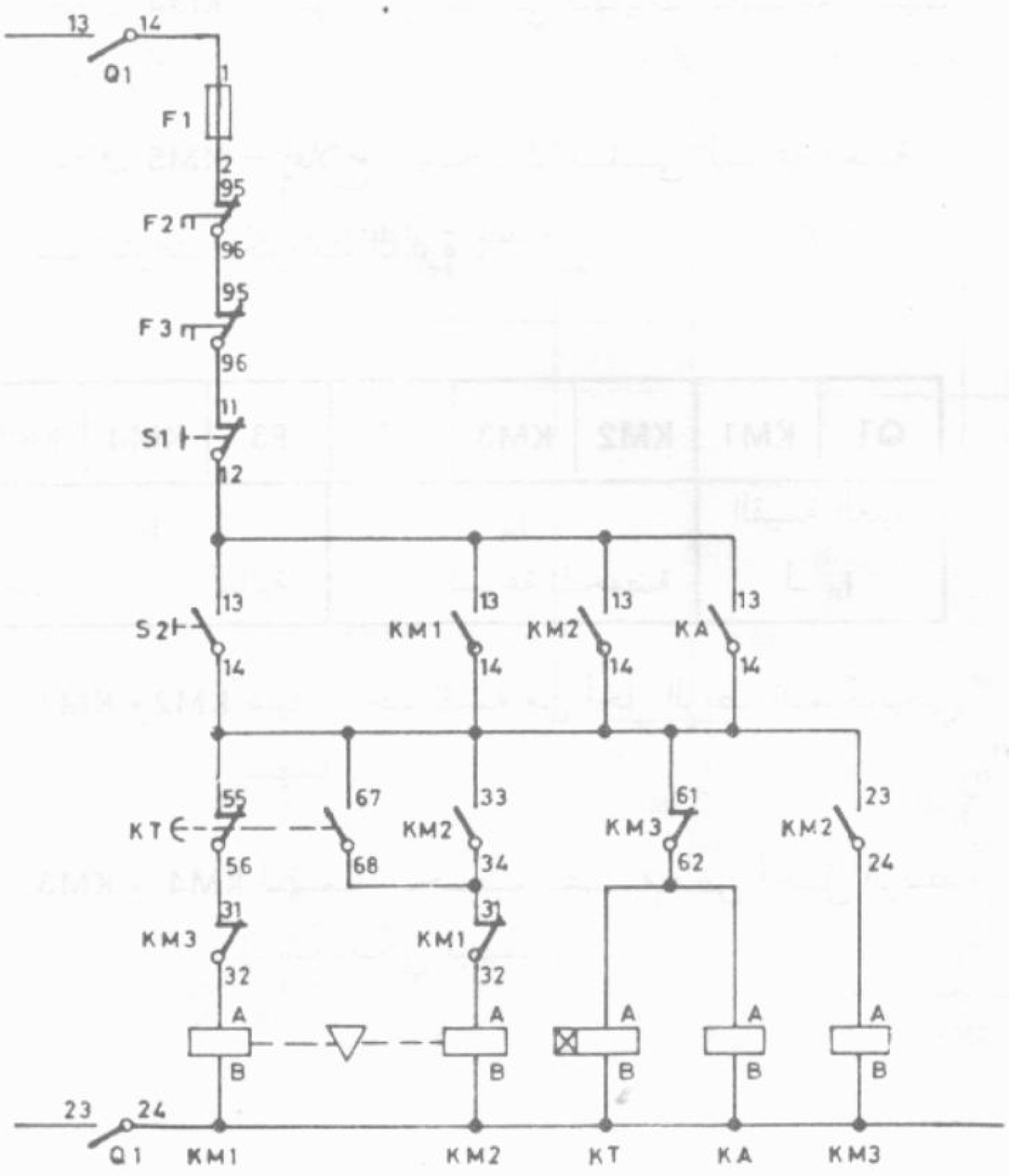
- يغلق **KM2** لوصل نقطة النجم لنهايات الملفات البطيئة للمحرك .
- يغلق **KM3** فيقلع المحرك على السرعة العالية .
- يوجد قفل كهربائي ميكانيكي بين **KM1** و**KM2** .

- قيم تيارات مكونات الدارة :

Q1	KM1	F2	KM2	KM3	F3
القيمة العليا لـ I_n	I_n عند السرعة المنخفضة		I_n عند السرعة العالية		

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com





كما يمكن استخدام تجهيزات تحكم أخرى لإقلاع المحرك على سرعتين، فمثلاً يمكن استخدام مفتاحين يحوي كل منهما على ضاغطة إقلاع وضاغطة إيقاف مرتبطين ميكانيكياً كما في الدارة التالية :

مراحل عمل دارة التحكم :

- يضغط **S2** فيفصل **KM2** .
- يغلق **KM1** فيقلع المحرك على السرعة البطيئة.
- يغلق تماس استمرارية التغذية **KM1(13–14)** .

أو :

- يضغط **3S** فيفصل **KM1** .
- يعود التماس **KM1(31–32)** للإغلاق **N/C** .
- يغلق **KM2** ويتحقق الوصل النجمي لنهايات ملفات السرعة البطيئة للمحرك .
- يغلق تماس استمرارية التغذية **KM2(13–14)**.
- يغلق **KM3** بواسطة **KM2(13–14)** فيقلع المحرك على السرعة العالية .
- يوقف المحرك بواسطة **S1**.

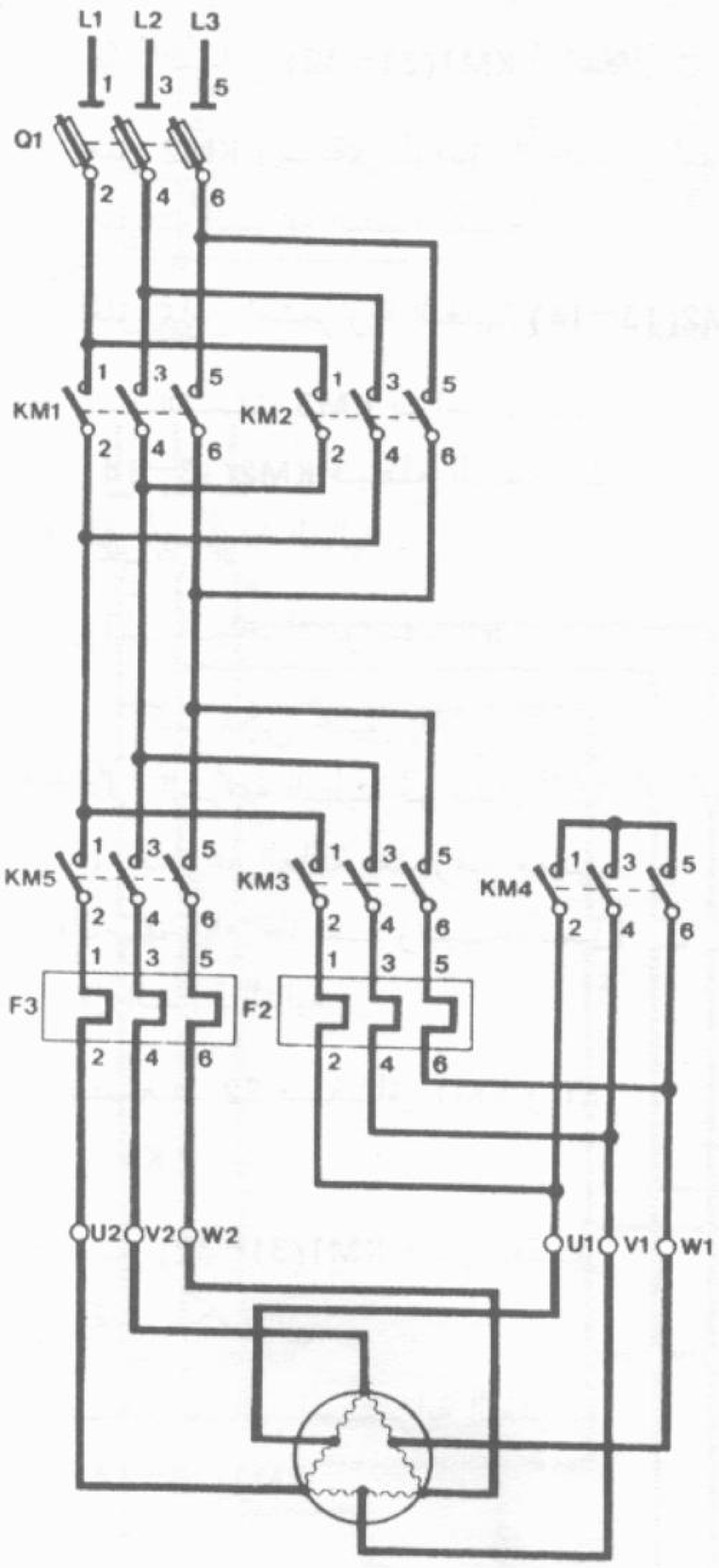
كما يمكن تحقيق إقلاع المحرك على السرعة البطيئة ثم تبدل آلياً إلى السرعة العالية بعد زمن معين باستخدام حاكمة زمنية كما في الدارة التالية :

- يضغط **S2** فيغلق **KM1** و **KT** و **KA** .
- يفتح **KM1(31–32)** الذي يحقق القفل الكهربائي.
- يغلق تماس استمراية التغذية **KM1(13–14)** .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

- بعد زمن T تتبدل وضعية تماسات الحاكمة الزمنية فتفتح KT(55–56) وتغلق KT(67–68).
- أثناء التبديل تحافظ الحاكمة المساعدة KA على استمرارية التغذية بواسطة تماسها KA(13–14).
- بعد التبديل يغلق KM2 .
- يغلق تماس استمرارية التغذية KM2(13–14).
- يغلق KM3 بواسطة KM2(23-24).
- يفتح KA و KT بواسطة KM3(61–62) .
- تستمر التغذية لـ KM2 بواسطة KM2(33–34).
- يوقف المحرك بواسطة S1 .

- الإقلاع بسرعتين -عزم ثابت -ملفات تفرعية -مع عكس جهة الدوران :



دارة الاستطاعة :

- إغلاق Q1 يدوياً .
- إغلاق KM1 أو KM2 حسب جهة الدوران المطلوبة .
- إغلاق KM3 - إقلاع المحرك بالسرعة المنخفضة .

أو :

- إغلاق KM4 - الوصل النجمي لنهايات السرعة البطيئة لمحرك .
- إغلاق KM5 - إقلاع المحرك على السرعة العالية

- قيم تيارات مكونات الدارة :

Q1	KM1	KM2	KM3	F2	F3	KM4	KM5
القيمة العليا لـ I_n		I_n عند السرعة المنخفضة			I_n عند السرعة العالية		

- KM1 وKM2 لهما الحجم نفسه من أجل الربط الميكانيكي بينهما .
- KM3 و KM4 لهما الحجم نفسه من أجل الربط الميكانيكي بينهما .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

طريقة عمل دارة التحكم :

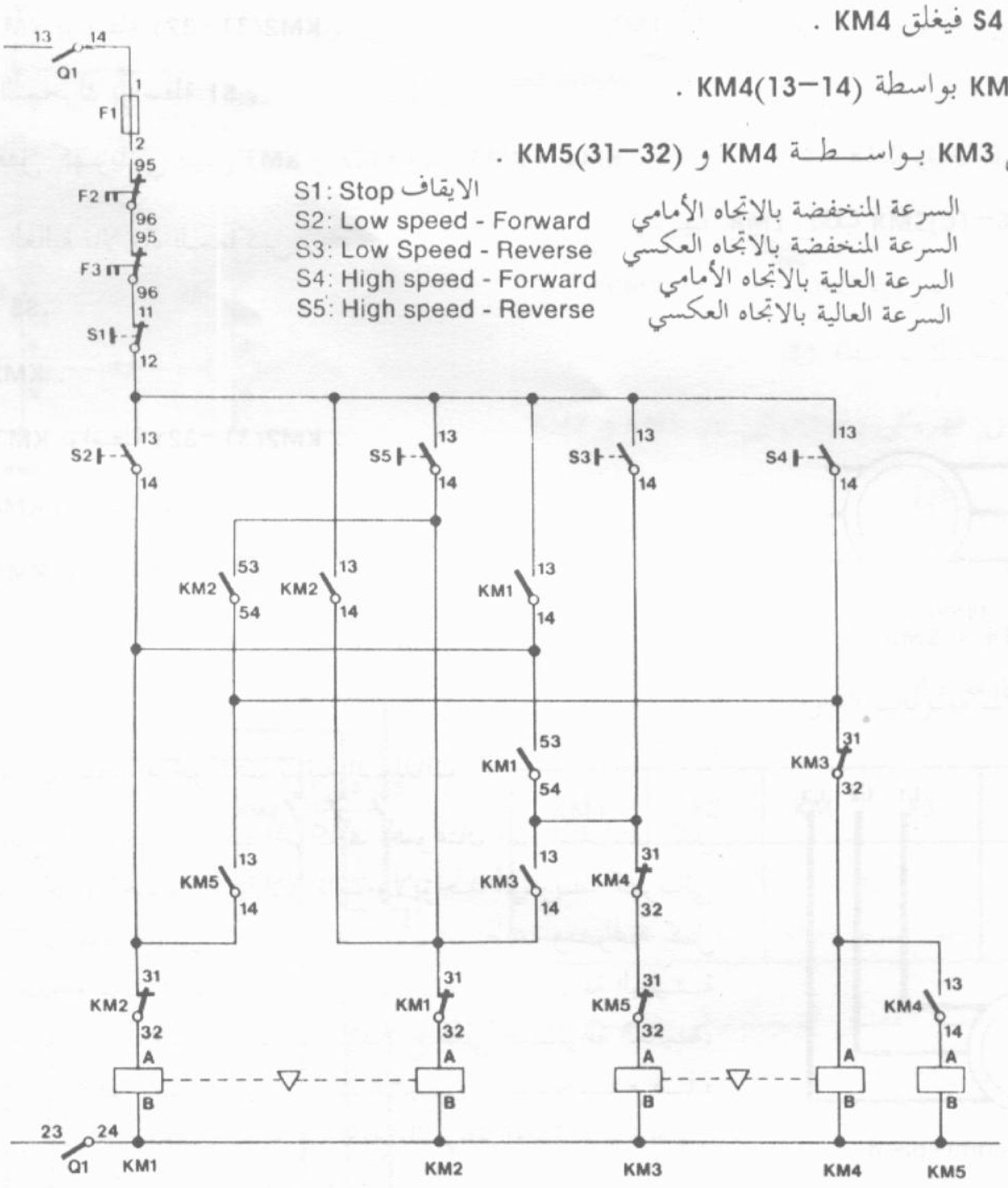
* السرعة المنخفضة بالاتجاه الأمامي :

- يضغط **S2** فيغلق **KM1** .
- يقفل **KM2** بواسطة **KM1(13–23)** .
- يغلق **KM3** بواسطة **KM1(53–54)** ويغلق تماس استمرارية التغذية **KM1(13-14)** .
- يقفل **KM4** و **KM5** بواسطة **KM3(31–32)** .
- يوقف المحرك بواسطة **S1** .

* السرعة العالية بالاتجاه الأمامي :

- يضغط **S4** فيغلق **KM4** .
- يغلق **KM5** بواسطة **KM4(13–14)** .
- يُقفل **KM3** بواسطة **KM4** و **KM5(31–32)** .

S1: Stop الايقاف
S2: Low speed - Forward السرعة المنخفضة بالاتجاه الأمامي
S3: Low Speed - Reverse السرعة المنخفضة بالاتجاه العكسي
S4: High speed - Forward السرعة العالية بالاتجاه الأمامي
S5: High speed - Reverse السرعة العالية بالاتجاه العكسي



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

– يغلق KM1 بواسطة KM5(13–14) .

– يقفل KM2 بواسطة KM1(31–32) .

– يغلق تماس استمرارية التغذية KM1(13–14) .

– يوقف المحرك بواسطة S1 .

* السرعة المنخفضة بالاتجاه المعاكس :

– يضغط S3 فيغلق KM3 .

– يقفل KM4 و KM5 بواسطة KM3(31–32) .

– يغلق KM2 بواسطة KM3(13–14).

– يغلق تماس استمرارية التغذية KM2 (13–14) .

– يقفل KM1 بواسطة KM2(31–32) .

– يوقف المحرك بواسطة S1 .

– يوجد قفل كهربائي بين KM1 و KM2 وبين KM3 و KM4 .

* السرعة العالية بالاتجاه المعاكس :

– يضغط S5.

– يغلق KM2 .

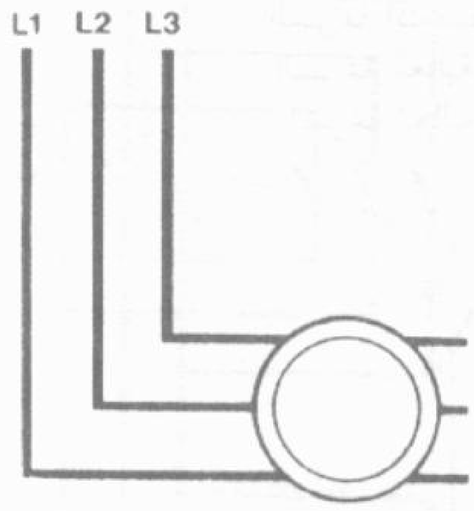
– يقفل KM1 بواسطة KM2(31–32) .

– يغلق KM4 بواسطة KM2(53–54) .

– يقفل KM3 بواسطة KM4 و KM5(31–32)

– يغلق تماس استمرارية التغذية KM2(13–14)

– يوقف المحرك بواسطة S1 .

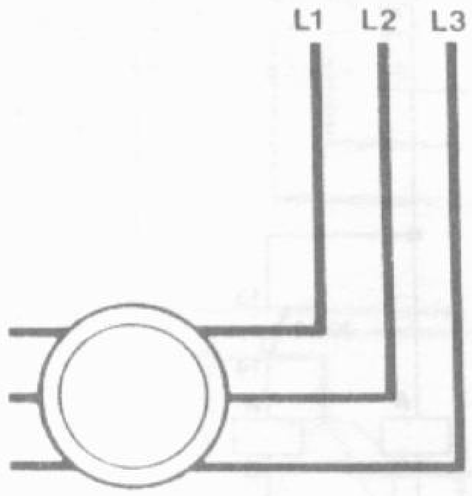


First speed

السرعة الأولى

3ً – التنظيم باستخدام محركات ثنائية الملفات :

يوجد في الجزء الثابت لهذه المحركات مجموعتان من الملفات، كل منها مستقلة عن الأخرى استقلالاً تاماً،ولايوجد أي ربط كهربائي بينهما ، إلا أن لهما التوتر نفسه مع اختلا ف استطاعة وسرعة كل منهما.تستخدم ملفات المجموعة الأولى للإقلاع على السرعة البطيئة وتستخدم ملفات المجموعة الثانية للإقلاع على السرعة العالية، ولايوجد أي علاقة نسبة بين السرعتين. وتستخدم هذه المحركات في المصاعد الكهربائية حيث تقلع بالسرعة العالية ثم تتحول إلى السرعة البطيئة أثناء التوقف عند الطوابق .



Second speed

السرعة الثانية

وهناك عدة حالات للإقلاع :

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

1- إقلاع مباشر لكل من ملفات السرعة الأولى والسرعة الثانية .

2- إقلاع مباشر لملفات السرعة الأولى (البطيئة) وإقلاع نجمي – مثلثي لملفات السرعة الثانية (العالية)، وهذه الطريقة الأكثر شيوعاً .

3- إقلاع نجمي –مثلثي لملفات السرعتين .

التغيير من سرعة منخفضة إلى سرعة عالية أو العكس بعد التوقف .

وفيما يلي حالتان من حالات الإقلاع هذه :

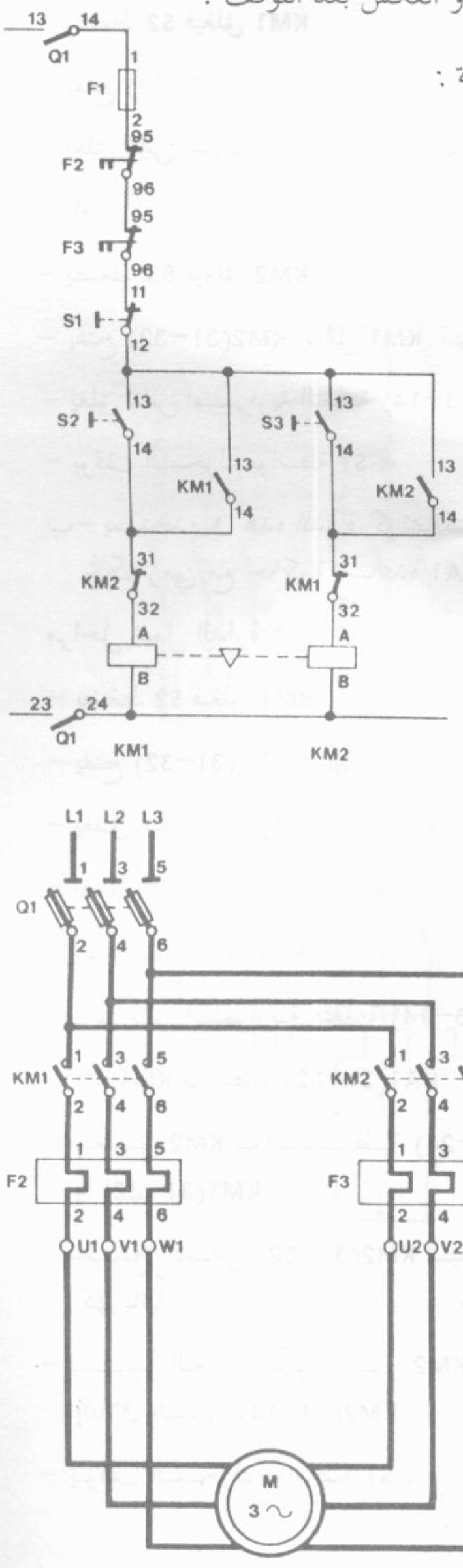
3ً-1- الإقلاع المباشر لكل ملفات السرعة الأولى والسرعة الثانية :

مراحل عمل دارة التحكم :

- يضغط S2 فيغلق KM1 .
- يفتح KM1(31–32) ليفصل KM2 كهربائياً .
- يغلق تماس استمرارية التغذية KM1(13–14) .

أو :

- يضغط S3 فيغلق KM2 .
- يفتح KM2(31–32) ليقفل KM1 كهربائياً .
- يغلق تماس استمرارية التغذية KM2(13–14) .
- يوقف المحرك بواسطة S1.
- يوجد قفل كهربائي وميكانيكي بين KM1 و KM2.



دارة الاستطاعة :

- يغلق Q1 يدوياً .
- يغلق KM1 أو KM2 .
- قيم تيارات مكونات الدارة :

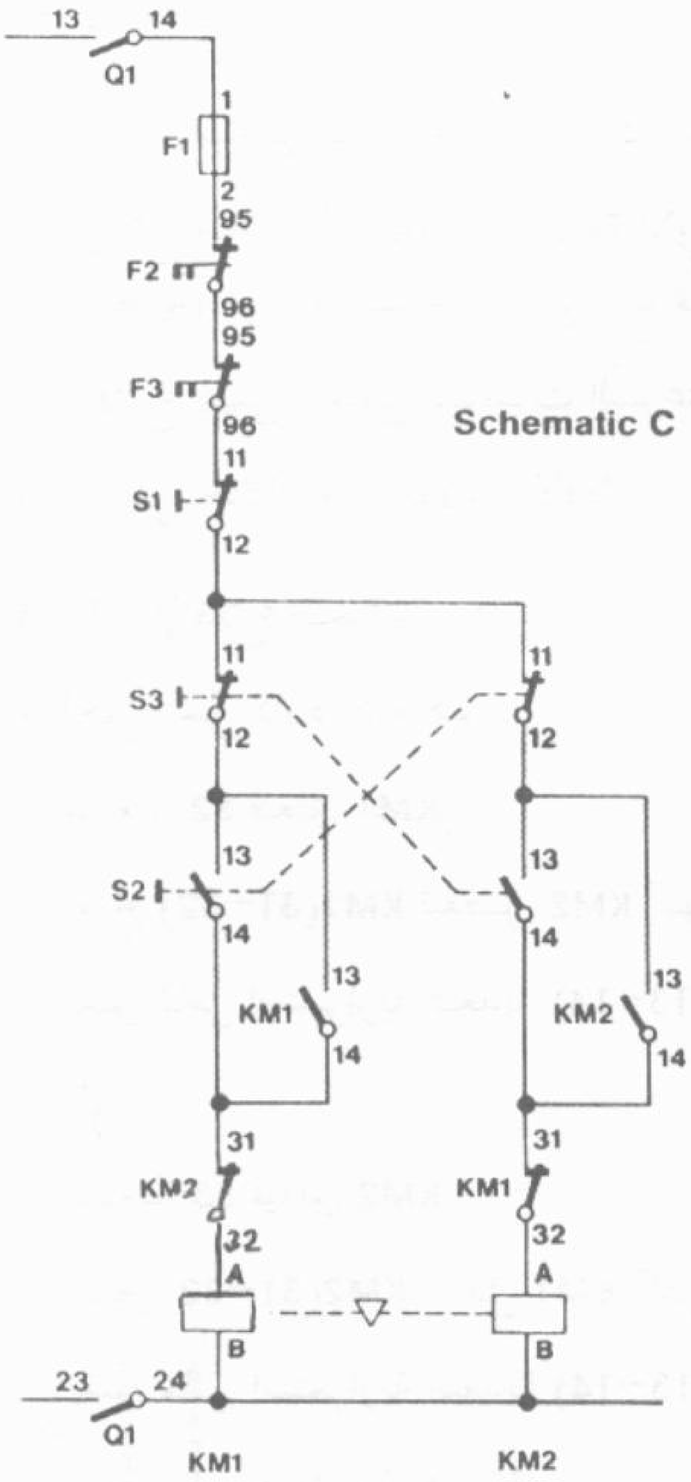
KM1	F2	KM	F3	Q1
I_n عند السرعة المنخفضة		I_n عند السرعة العالية		I_n الكبيرة

- للحصول على القفل الميكانيكي ينصح باستخدام كونتاكتورين متماثلين .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

دارات تحكم أخرى باستخدام مكونات مختلفة :

أ- يستخدم في هذه الدارة مفتاحان يحوي كل منهما كبسة إقلاع و كبسة إيقاف مرتبطين ميكانيكياً :



Schematic C

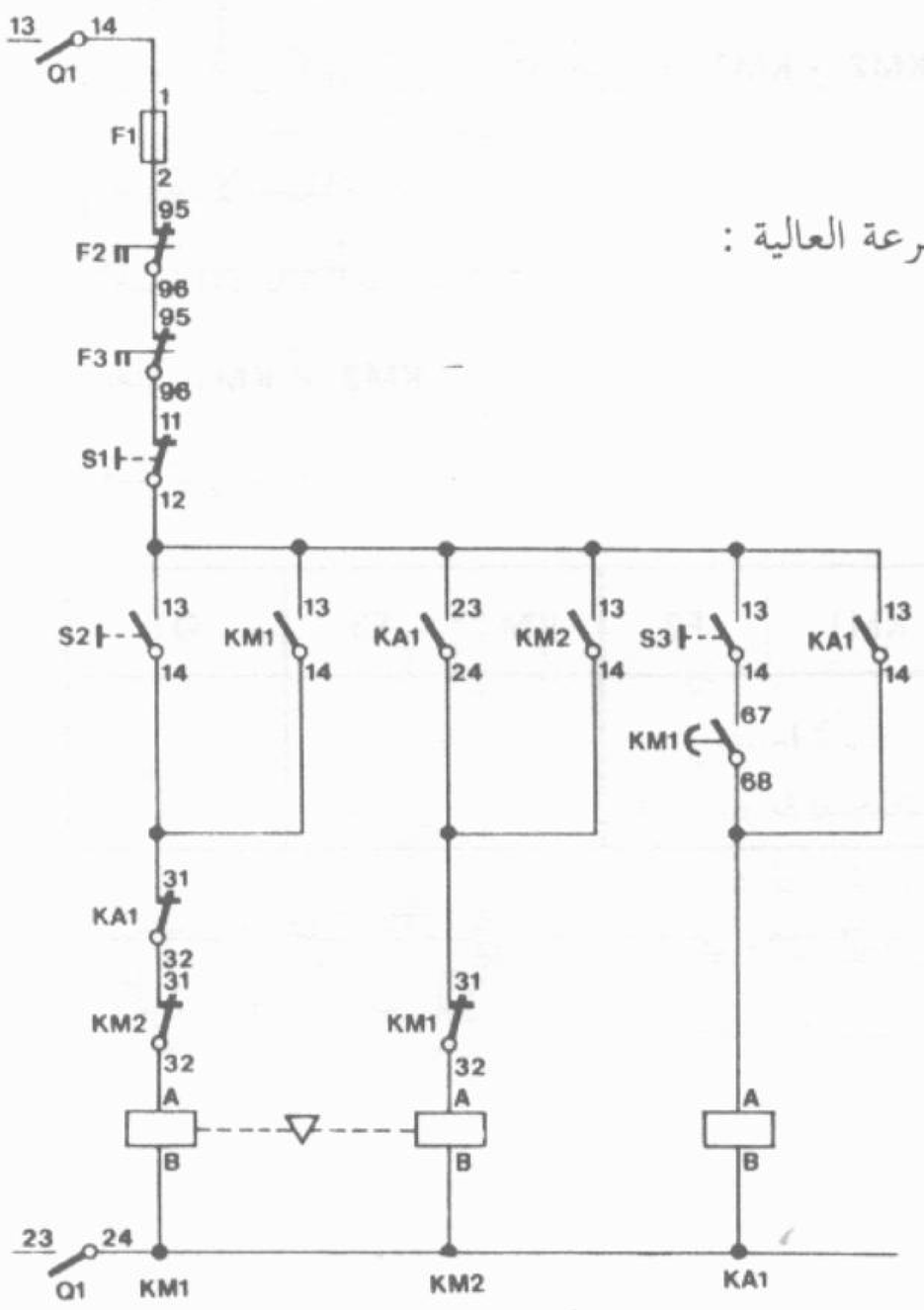
مراحل عمل الدارة :

- يضغط S2 فيغلق KM1 .
- يفتح KM1(31–32) ليقفل KM2 كهربائياً.
- يغلق تماس استمرارية التغذية KM1(13–14)

أو

- يضغط S3 فيغلق KM2 .
- يفتح KM2(31–32) ليقفل KM1 كهربائياً .
- يغلق تماس استمرارية التغذية KM2(13–14) .
- يوقف المحرك بواسطة S1 .

ب- يستخدم في هذه الدارة كونتاكتور KM1 ذو تماس تحكم زمني مع حاكمة مساعدة KA1 :



مراحل عمل الدارة :

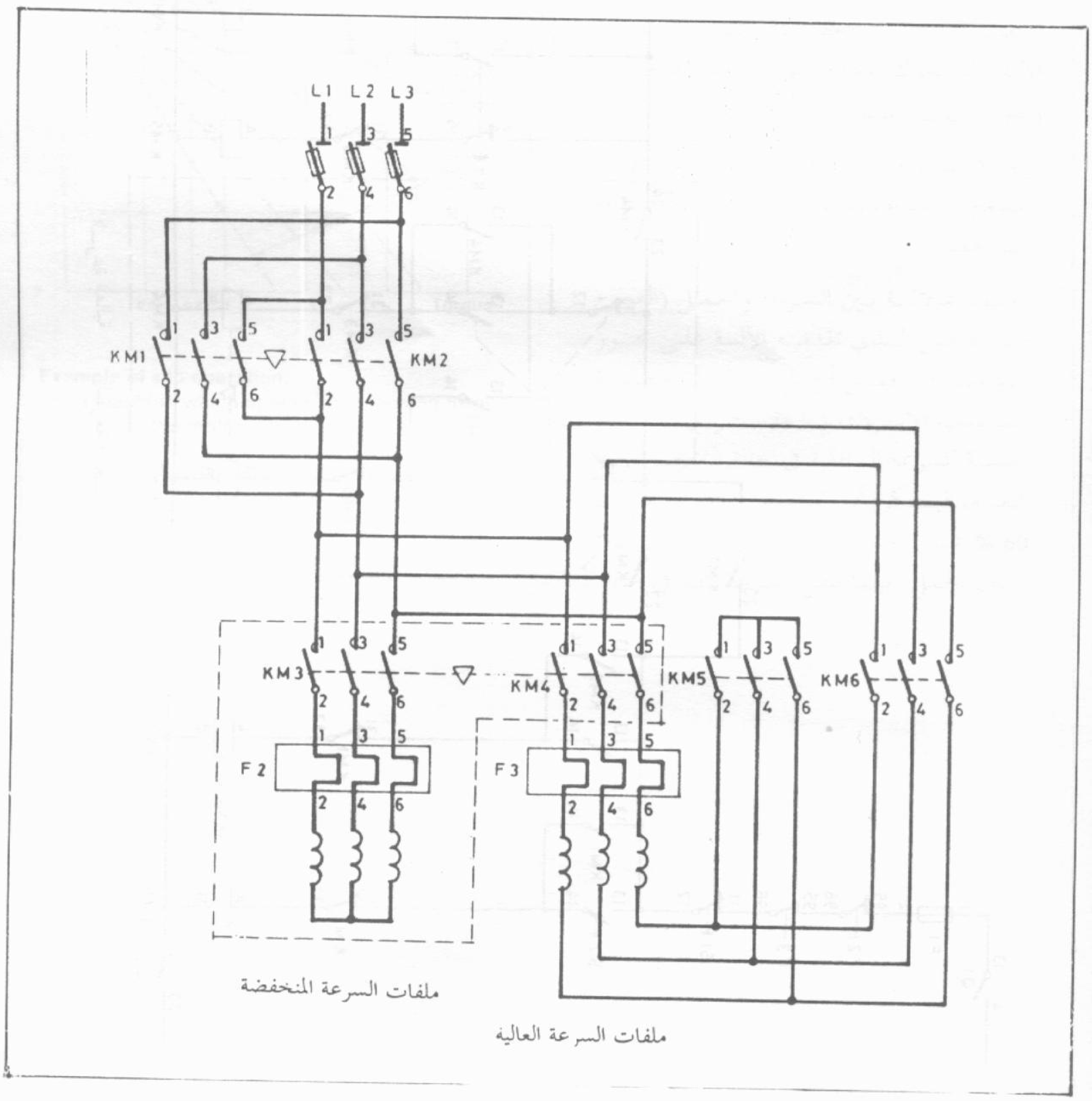
- يضغط S2 فيغلق KM1
- يفتح (32–31) ليقفل KM2 كهربائياً .
- يغلق تماس التغذية KM1(13–14).التبديل إلى السرعة العالية :
- يغلق التماس KM1(67–68) .
- يضغط S3 فيغلق KA1 .
- يغلق تماس استمرارية التغذية KA1(13–14).
- يفتح KM1 بواسطة KA1(31–32) .
- يغلق KM2 بواسطة KA1(23–24) و KM1(31–32) .
- يفتح التماس KM2(31–32) ليقفل KM1 كهربائياً .
- تستمر التغذية للكونتاكتور KM2 بواسطة إغلاق التماس KM2(13–14) .
- يوقف المحرك بواسطة S1 .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

3 ً-2- الإقلاع المباشر لملفات السرعة البطيئة ثم إقلاع Y ← Δ

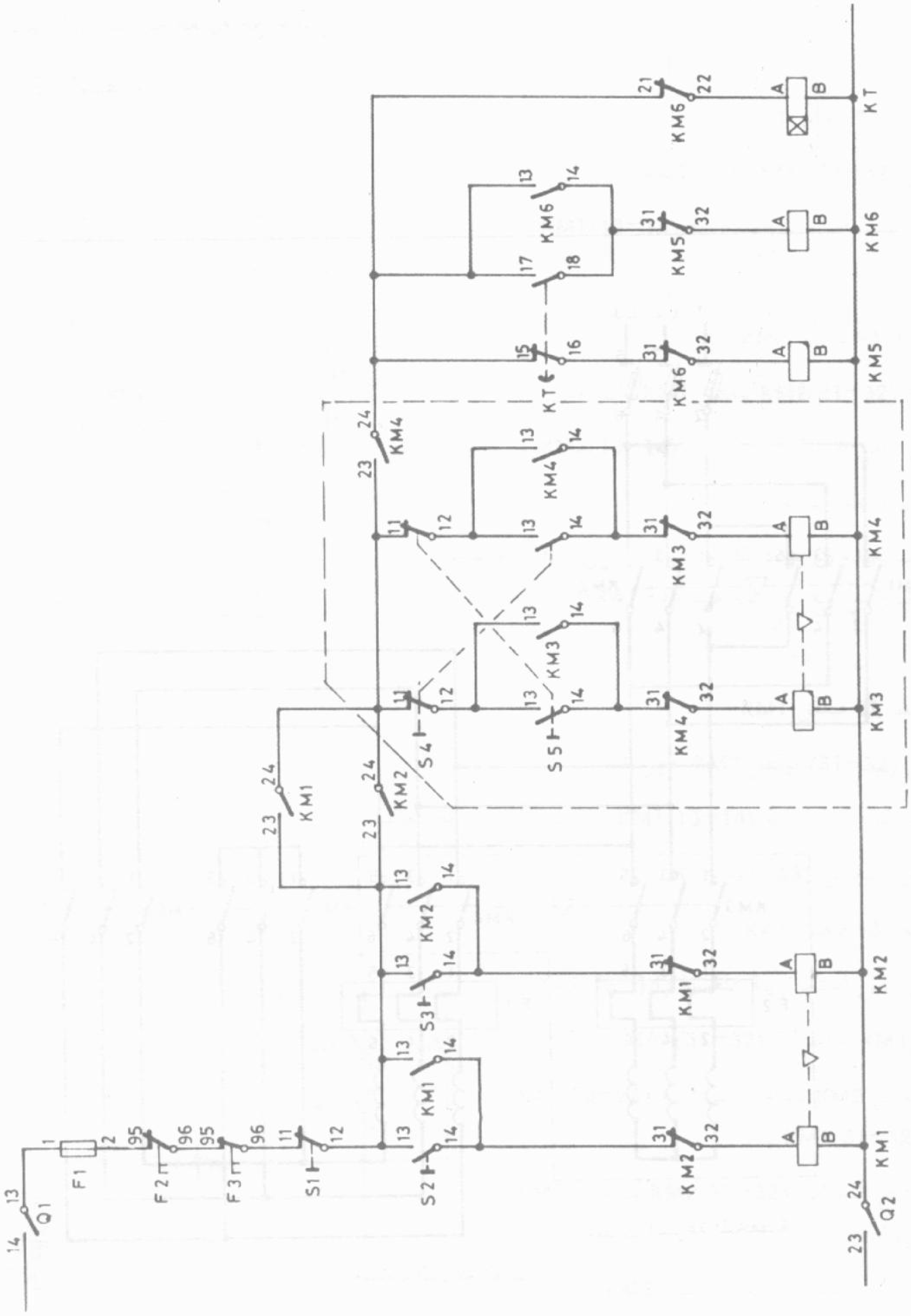
لملفات السرعة العالية مع عكس جهة الدوران :

دارة الاستطاعة :



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

دارة التحكم :



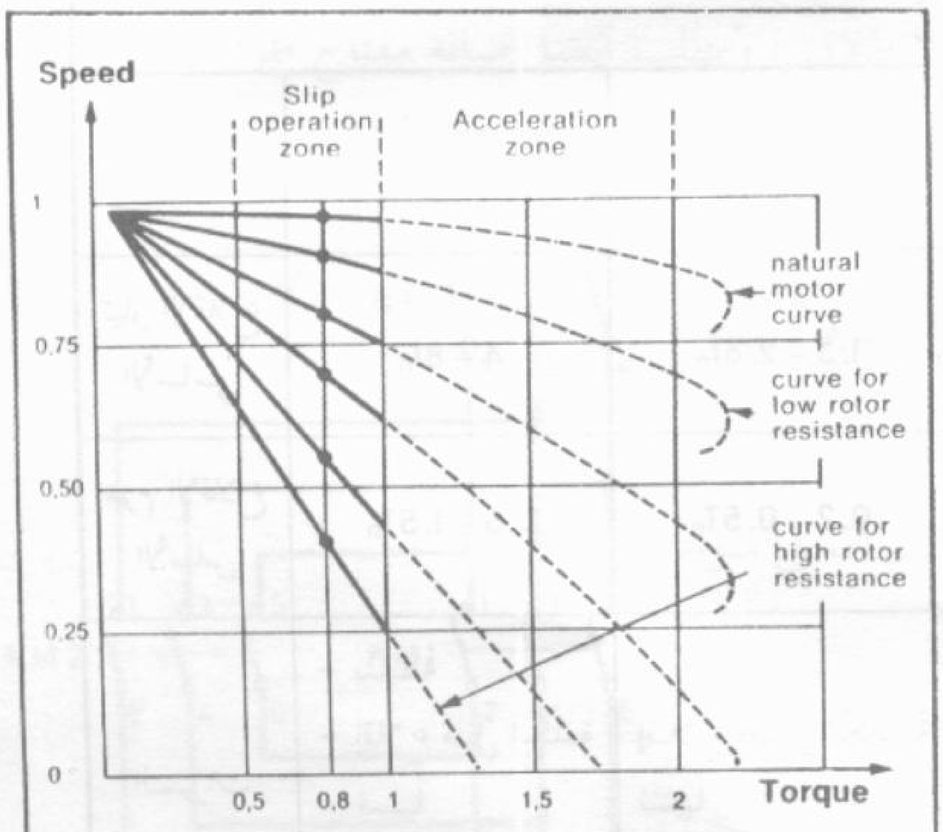
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

إن دارتي التحكم لهذه الطريقة هما دارتا إقلاع المحرك Y ← Δ مع عكس جهة الدوران مضافاً إليهما الأجزاء المحددة ضمن الإطار المنقط ، ويمكن معرفة مراحل عملها بالرجوع إلى الدارة المذكورة .

4–2– تنظيم سرعة المحركات ذات الدائر الملفوف :

إن إضافة مقاومات دائمة في الجزء الدائر تقلل من سرعته، وكلما زادت قيمة تلك المقاومات قلّت سرعته ، ويمكن إخراج هذه المقاومات من الدارة على عدة مراحل؛ إما لتنظيم السرعة أو للحصول على السرعة الاسمية للمحرك. وهذه الطريقة مستخدمة مع وجود العيوب التالية :

- وجود ضياع كبير في القدرة تستهلكه المقاومات عند التشغيل على السرعة المنخفضة .
- وجود علاقة بين السرعة والحمل (العزم المعاكس الذي تقدمه الآلة على محور المحرك)، فمن أجل مقاومة معينة يتناسب الانزلاق (الانخفاض في السرعة بالنسبة للسرعة التوافقية في حالة اللاحمل) مع العزم، فيمكن أن تنخفض السرعة بنسبة 50 % عند الحمل الكامل و 25 % في حالة نصف الحمل، بينما تبقى السرعة ثابتة في حالة اللاحمل .



Example of slip operation:
For a machine which applies an opposing torque of 0.8 Tn to the motor, various speeds can be obtained, shown on the curves as illustrated.
For constant torque, operating speed decreases as rotor resistance increases.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

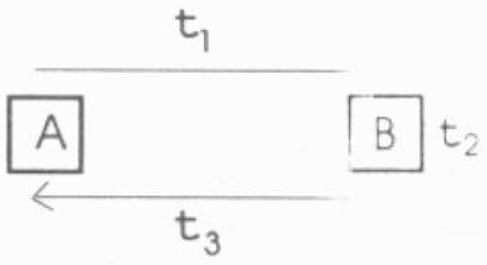
جدول يلخص خصائص مختلف طرق الإقلاع

	المحرك ذو القفص السنجابي				المحرك ذو الدائر الملفوف(حلقات الانزلاق)
	الإقلاع بالوصل المباشر DOL	الإقلاع بطريقة Y ← Δ	إقلاع الابتدائي باستخدام مقاومات	الإقلاع باستخدام محول ذاتي	إقلاع الدائر
تيار الإقلاع الأساسي	$4 - 8I_n$	$1.3 - 2.6I_n$	$4.5I_n$	$1.7 - 4I_n$	أقل من $2.5I_n$
عزم الإقلاع الأساس	$0.6 - 1.5T_n$	$0.2 - 0.5T_n$	$0.6 - 0.85T_n$	$0.4 - 0.85T_n$	أقل من $2.5T_n$
المميزات	- بسيطة - إقلاع قليل الكلفة نسبياً - عزم إقلاع كبير	إقلاع قليل الكلفة نسبياً		- نسبةالعزم/التيار جيدة	- نسبة العزم/التيار جيدة جداً
			- لايوجد انقطاع في التغذية أثناء الإقلاع - يمكن تعيير قيم الإقلاع		
السلبيات	- تيار الإقلاع عال - لايسمح بإقلاع بطيء أو على مراحل	- عزم إقلاع صغير - غير قابل للتعيير احتمال فصل التغذية عند تبديل التوصيل - بحاجة لمحرك ذي ست نهايات	- ذروة الإقلاع تقل قليلاً - تحتاج الى مقاومات	-تتطلب محولاً ذاتياً ذا كلفة معقولة	- المحرك ذو حلقات الانزلاق أعلى سعراً - تتطلب مقاومات
زمن الإقلاع العادي مقدراً بالثانية	2–3	2–7	7–12	7–12	2.5 من أجل ثلاث خطوات 5 من أجل 4–5 خطوات
تطبيقات نموذجية	الآلات الصغيرة ولو كان إقلاعها عند الحمل الكامل	- المحركات التي تقلع في حالة اللاحمل - المراوح الصغيرة والمضخات	الآلات ذات عزم العطالة الكبير حيث لايوجد مشاكل تيار إقلاع أو عزم	الآلات ذات الاستطاعة العالية أو عزم العطالة الكبير عندما يكون الاقلال من ذروة التيار عاملاً مهماً	الآلات التي تتطلب الإقلاع على الحمل الكامل؛ الإقلاع المتعاقب كالروافع البرجية

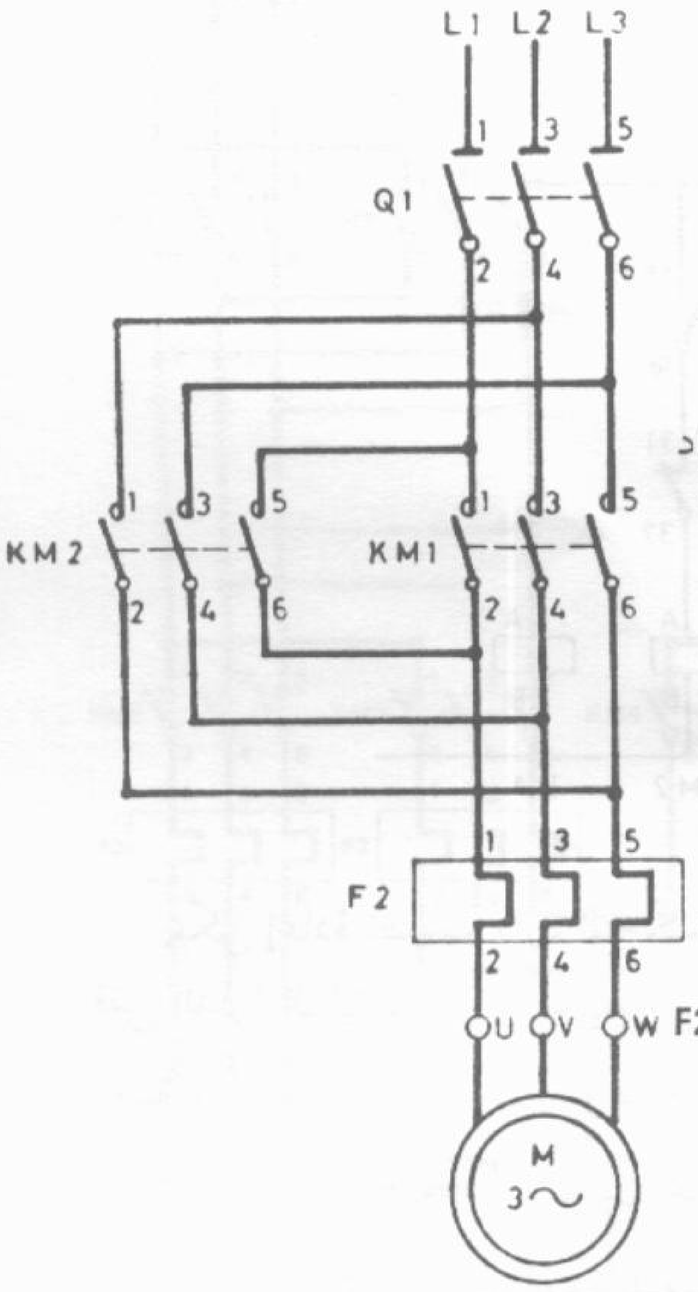
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

5- أمثلة تصميمية :

مثال رقم -1-



المطلوب تصميم دارة تحكم لنقل مواد على قشاط متحرك من النقطة **A** إلى النقطة **B** خلال زمن معيّن t_1 ، ثم التوقف لزمن معين قدره t_2 عند النقطة **B** لتفريغ المواد وتحميل مواد أخرى، ثم متابعة السير من **B** إلى **A** ، ثم التوقف عند **A** عن طريق قاطع نهاية شوط الذي يكون مفتوحاً قبل الانطلاق ويُغلق أثناء الانطلاق ، ويُطلب أيضاً إضافة مفتاح طوارئ قريب من العمال لإيقاف الحركة في حالة الطوارئ.



أولاً- مراحل العمل :

1- توضع المواد على القشاط ويقلع المحرك من النقطة **A** وبعد زمن t_1 يصل إلى النقطة **B**.

2- يتوقف المحرك عند النقطة **B** وتفرغ المواد ثم تحمل مواد أخرى وينطلق بعد انقضاء زمن قدره t_2 .

3- تصل المواد إلى النقطة **A** بعد انقضاء زمن قدره t_3 .

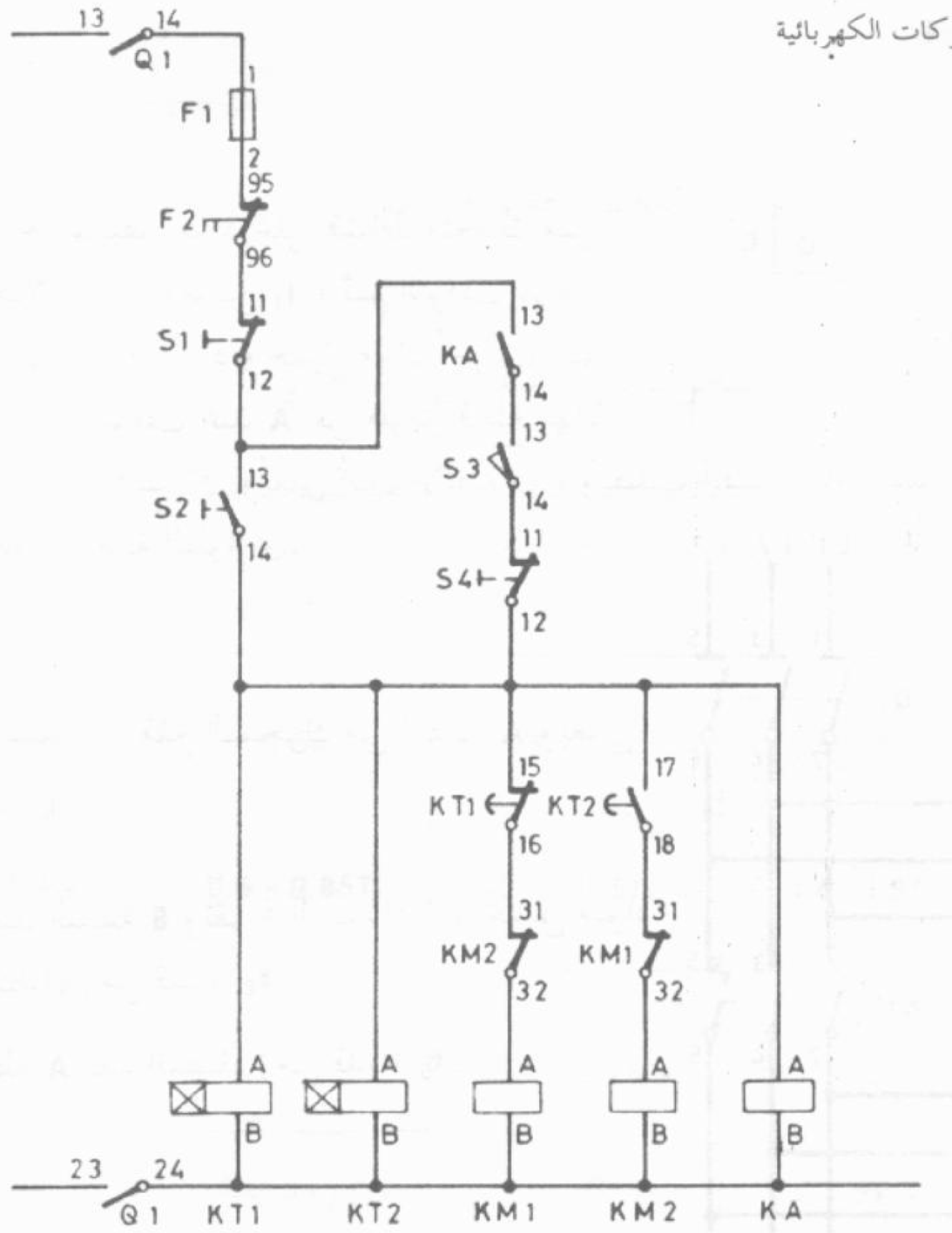
ثانياً- دارة الاستطاعة :

- يغلق **Q1** يدوياً.
- يغلق الكونتاكتور **KM1** ثم **KM2** لعكس جهة الدوران بعد زمن t_2
- تؤخذ قيم تيارات مكونات الدارة **Q1** ، **KM1** ، **KM2** ، **F2** مساوية للتيار الاسمي للمحرك I_n.

ثالثاً- دارة التحكم :

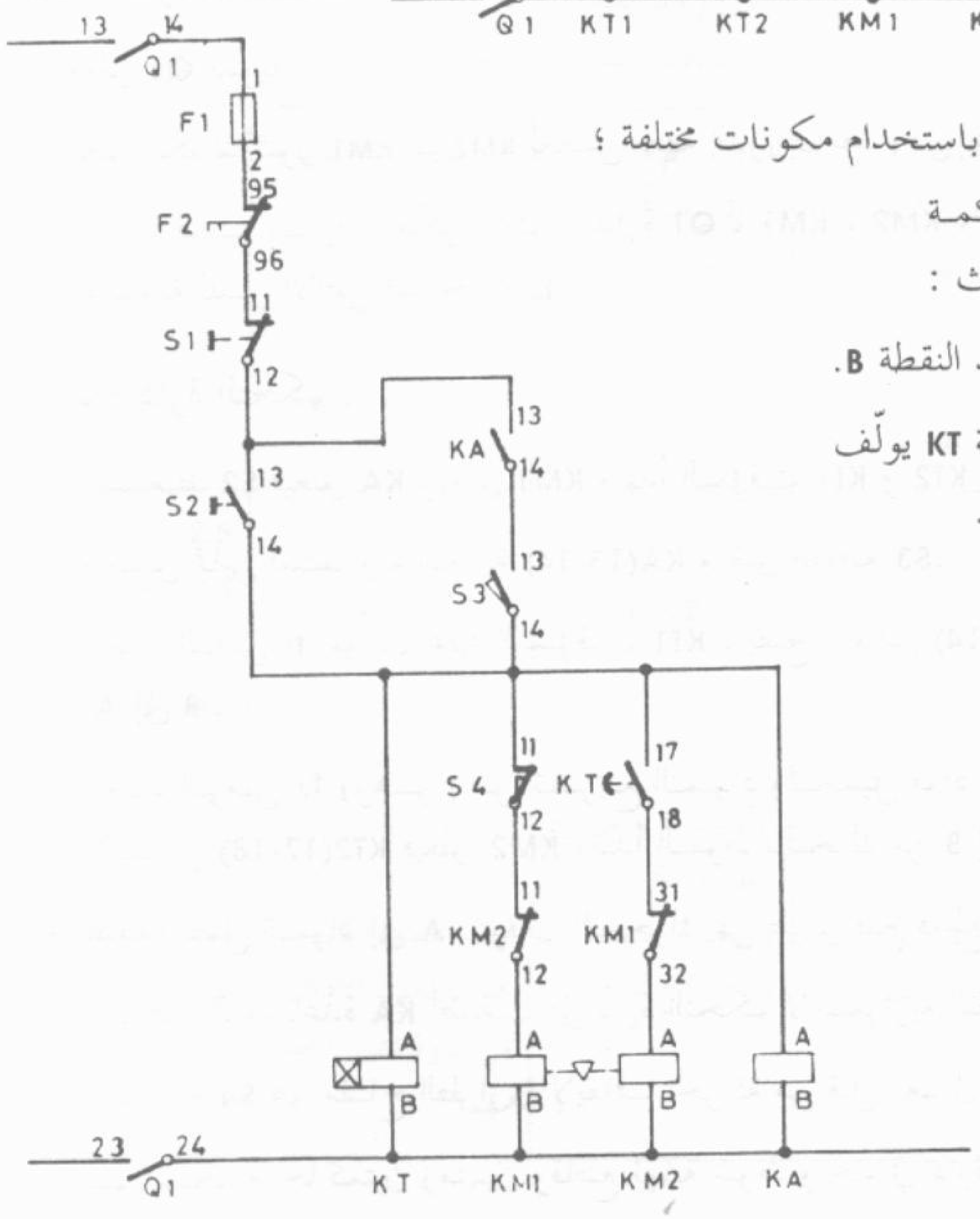
- يضغط **S2** فيغلق **KA** ويغلق **KM1** ويبدأ المؤقت **KT1** و **KT2** بالتوقيت.
- يغلق تماس استمرارية التغذية **KA(13-14)** ويغلق القاطع **S3**.
- بعد الزمن t_1 المولّف عليه المؤقت **KT1** ، يفتح التماس **KT1(15-14)** وتكون المواد قد وصلت من **A** إلى **B** .
- بعد الزمن t_2 (وهو زمن تفريغ المواد وتحميل مواد أخرى مضافاً إليه الزمن t_1) يغلق التماس **KT2(17-18)** فيغلق **KM2** وتبدأ المواد بالتحرك من **B** إلى **A** .
- عندما تصل المواد إلى **A** يتوقف المحرك عن طريق فتح قاطع نهاية شوط **S3**.
- الحاكمة المساعدة **KA** أضيفت إلى دارة التحكم لاستمرارية التغذية لحظة الإقلاع.
- المفتاح **S4** هو مفتاح الطوارئ لإيقاف الحركة من قبل العمال.
- تم استخدام حاكمتين زمنيتين وقاطع نهاية شوط واحد في دارة التحكم السابقة.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



يمكن إعادة تصميم دارة التحكم باستخدام مكونات مختلفة ؛
ففي الدارة التالية تـــم استخدام حاكمة
زمنية واحدة وقاطعي نهاية شوط حيث :

- **S4** : قاطع نهاية شوط للتوقف عند النقطة **B**.
- التماس **KT(17-18)** للحاكمة الزمنية **KT** يولّف على الزمن t_2 نفسه للدارة السابقة.

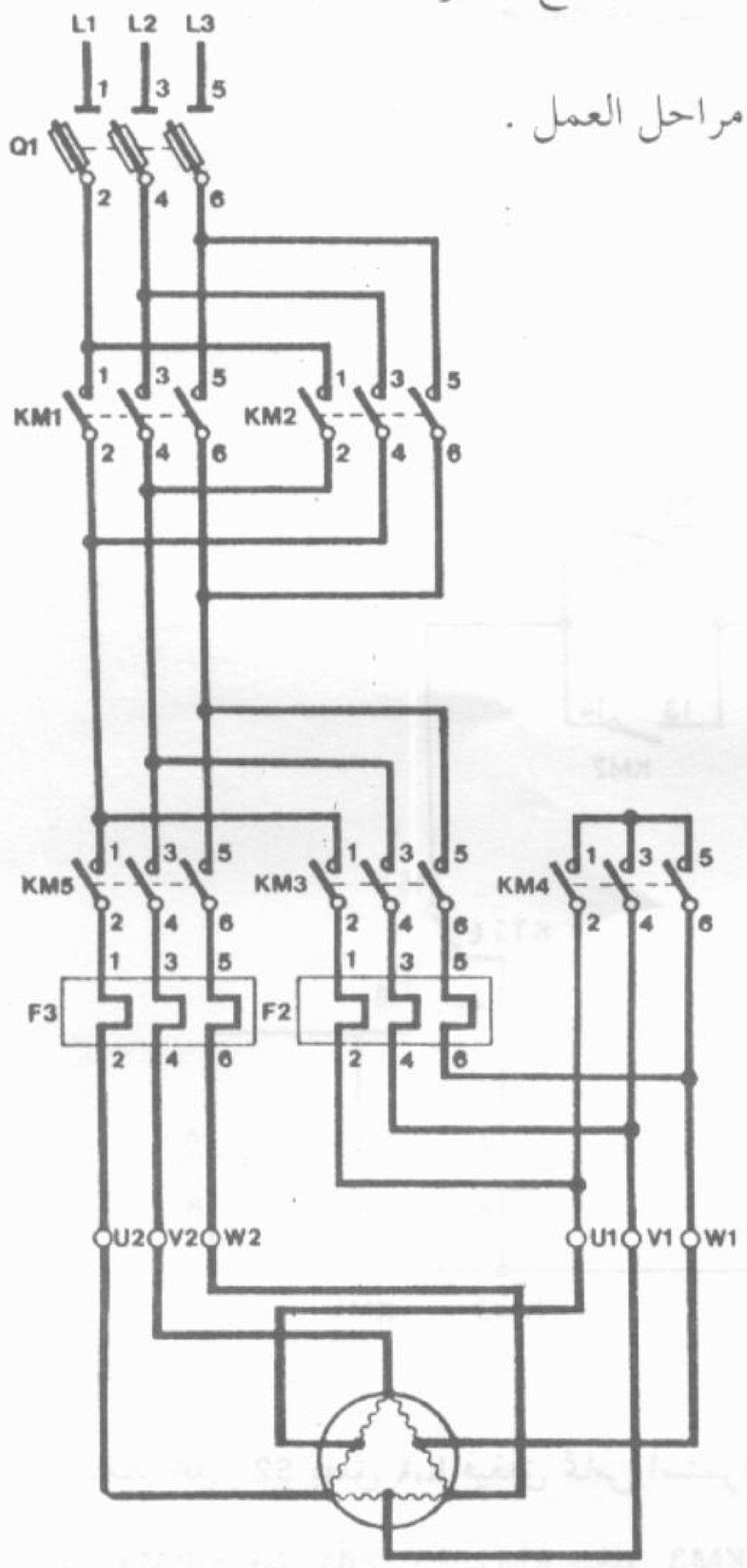


PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

مثال رقم –2– :

محرك يدور بسرعتين بتغيير عدد الأقطاب ، يقلع بالسرعة البطيئة وبعد زمن معين t_1 يقلع بالسرعة العالية، ثم يتوقف لمدة زمنية t_2 عن طريق قاطع نهاية شوط ، بعد المدة t_2 يقلع بالسرعة العالية بالاتجاه المعاكس، ثم يتوقف بشكل نهائي عن طريق قاطع نهاية شوط .

المطلوب تصميم دارة التحكم ودارة الاستطاعة وشرح مراحل العمل .



أولاً – مراحل العمل :

1– يقلع المحرك بسرعة بطيئة وبعد زمن قدره t_1 يقلع بالسرعة العالية .

2– يتوقف المحرك لمدة زمنية t_2 بواسطة قاطع نهاية شوط.

3– يقلع بالسرعة العالية بالاتجاه المعاكس .

4– يتوقف المحرك بشكل نهائي عن طريق قاطع نهاية شوط.

ثانياً – دارة الاستطاعة :

– إغلاق **Q1** يدوياً :

– إغلاق **KM1** أو **KM2** حسب جهة الدوران المطلوبة .

– إغلاق **KM3** إقلاع المحرك بالسرعة المنخفضة **أو**:

– إغلاق **KM4** – الوصل النجمي لنهايات السرعة البطيئة للمحرك .

– إغلاق **KM5** – إقلاع المحرك على السرعة العالية

– قيم تيارات مكونات الدارة :

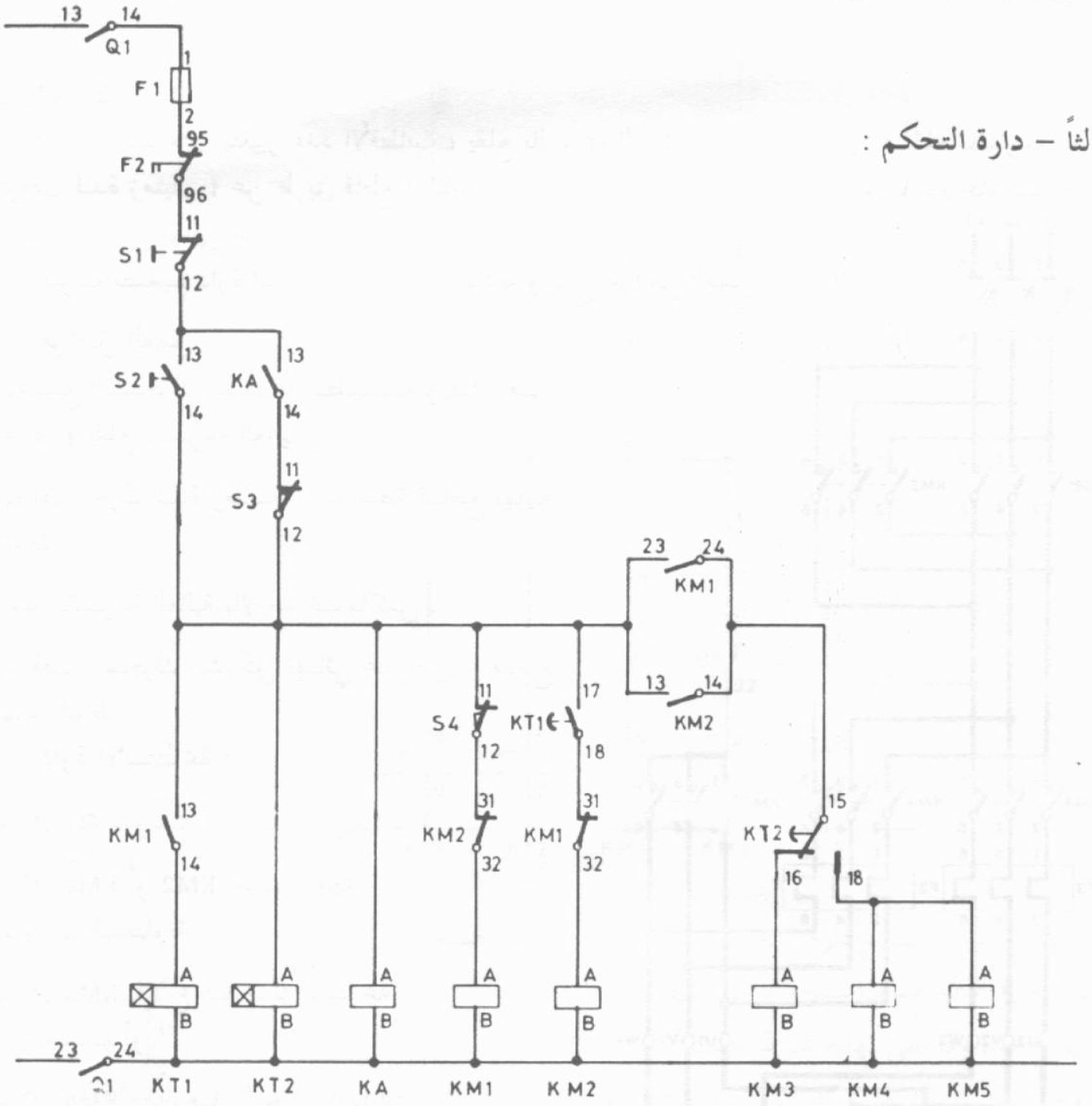
Q1	KM1	KM2	KM3	F2	F3	KM4	KM5
القيمة العليا لـ I_n			I_n عند السرعة المنخفضة		I_n عند السرعة العالية		

– **KM1** و **KM2** لهما الحجم نفسه من أجل الربط الميكانيكي بينهما .

– **KM3** و **KM4** لهما الحجم نفسه من أجل الربط الميكانيكي بينهما .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

ثالثاً – دارة التحكم :



- بالضغط على **S2** يغلق **KA** فيغلق تماس استمرارية التغذية **KA(13–14)** .
- يغلق **KM1** ويغلق **KM1(23–24)** فيغلق **KM3** ، ويقلع المحرك على السرعة البطيئة وتبدأ الحاكمة الزمنية **KT2** بالتوقيت .
- كما يغلق التماس **KM1(13–14)** وتبدأ الحاكمة الزمنية **KT1** بالتوقيت .
- بعد زمن t_1 تتبدل وضعية التماس الزمني من **KT2(15–16)** إلى **KT2(15–18)** .
- يفتح **KM3** ويغلق كل من **KM4** و **KM5** ويقلع المحرك على السرعة العالية .
- يستمر المحرك بالدوران على السرعة العالية إلى أن يتوقف عندما يفتح قاطع نهاية الشوط **S4(11–12)** .
- يفتح **KM1** ويتوقف المحرك عن الدوران .
- بعد زمن t_2 يغلق التماس **KT1(17–18)** فيغلق **KM2** لعكس جهة الدوران .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

- يغلق التماس KM2(13–14) فيغلق KM4 و KM5 [تماس المؤقت KT2(15–18) حافظ على وضعية الوصل لأن التغذية مازالت على وشيعة KT2] فيقلع المحرك على السرعة العالية .
- يستمر المحرك بالدوران الى أن يتوقف عندما يفتح قاطع نهاية الشوط S3(11–12) .
- الحاكمة المساعدة KA أُضيفت لاستمرارية التغذية .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

مثال رقم -3- :

محرك ذو ملفين مستقلين يدور بسرعتين ، يقلع في البداية Y ←Δ بسرعة عالية ثم يغيّر سرعته إلى سرعة منخفضة عن طريق قاطع نصف نهاية شوط ، وبعد زمن يتوقف عن طريق قاطع شوط نهائي لمدة من الزمن، ثم يغيّر اتجاهه ويُعيد آلية الحركة نفسها أي : (سرعة عالية - سرعة بطيئة - توقف نهائي) .

المطلوب رسم دارة الاستطاعة ودارة التحكم مع الشرح اللازم .

أولاً - مراحل العمل :

إن آلية الحركة هذه هي آلية حركة مصعد حيث إن تسلسل التشغيل كما يلي :

1- إقلاع سريع Y ←Δ .

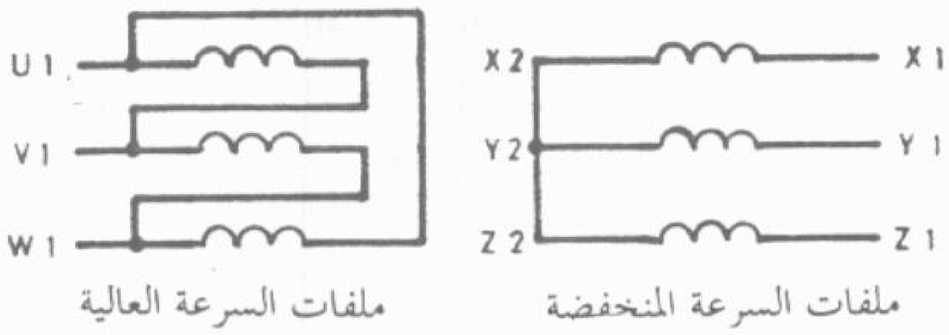
2- سرعة بطيئة .

3- توقف لمدة زمنية .

4- إقلاع سريع Y ←Δ بالاتجاه المعاكس .

5- سرعة بطيئة بالاتجاه المعاكس .

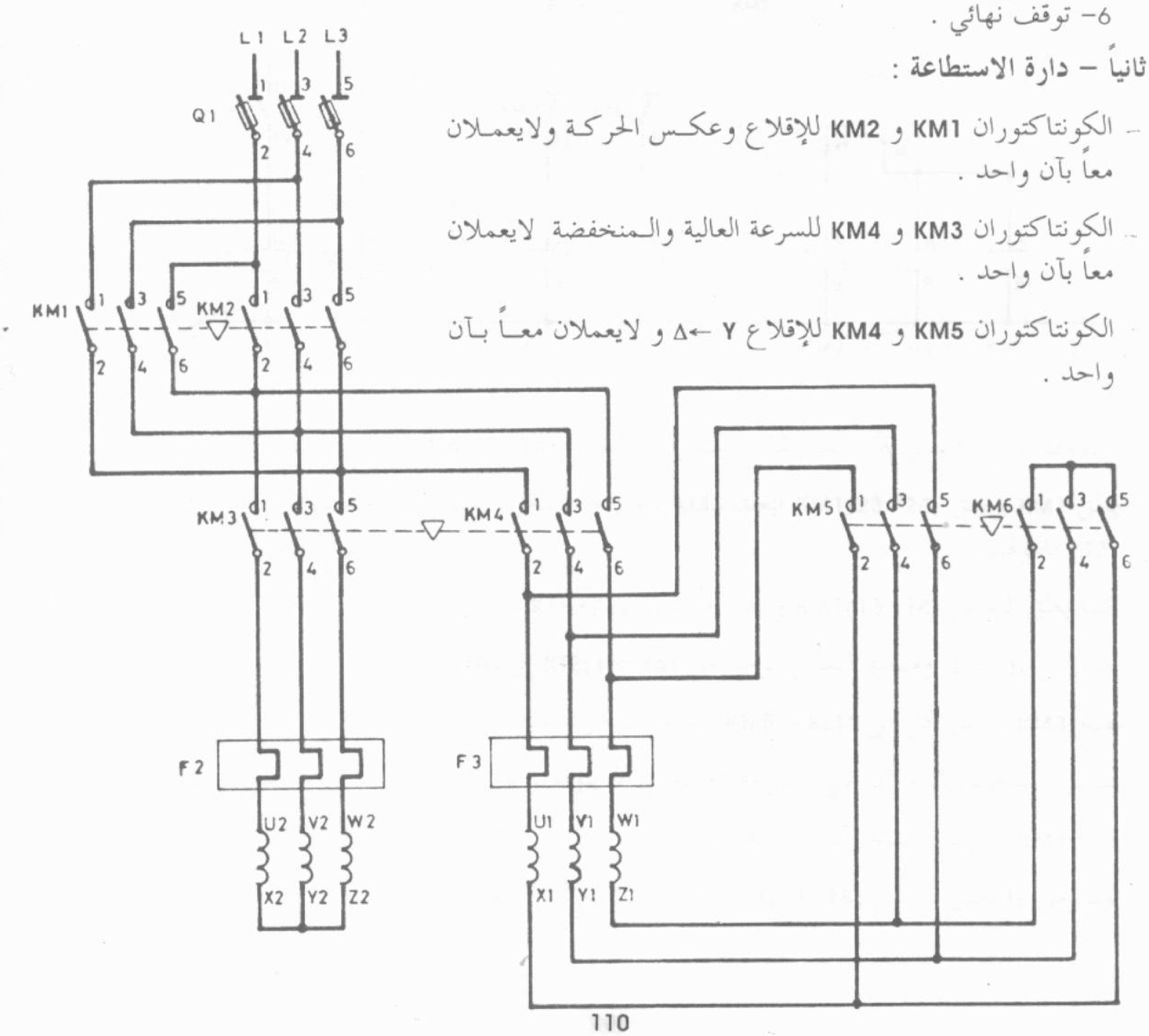
6- توقف نهائي .



ملفات السرعة العالية ملفات السرعة المنخفضة

ثانياً - دارة الاستطاعة :

- الكونتاكتوران **KM1** و **KM2** للإقلاع وعكس الحركة ولايعملان معاً بآن واحد .
- الكونتاكتوران **KM3** و **KM4** للسرعة العالية والمنخفضة لايعملان معاً بآن واحد .
- الكونتاكتوران **KM5** و **KM4** للإقلاع Y ←Δ و لايعملان معاً بآن واحد .



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

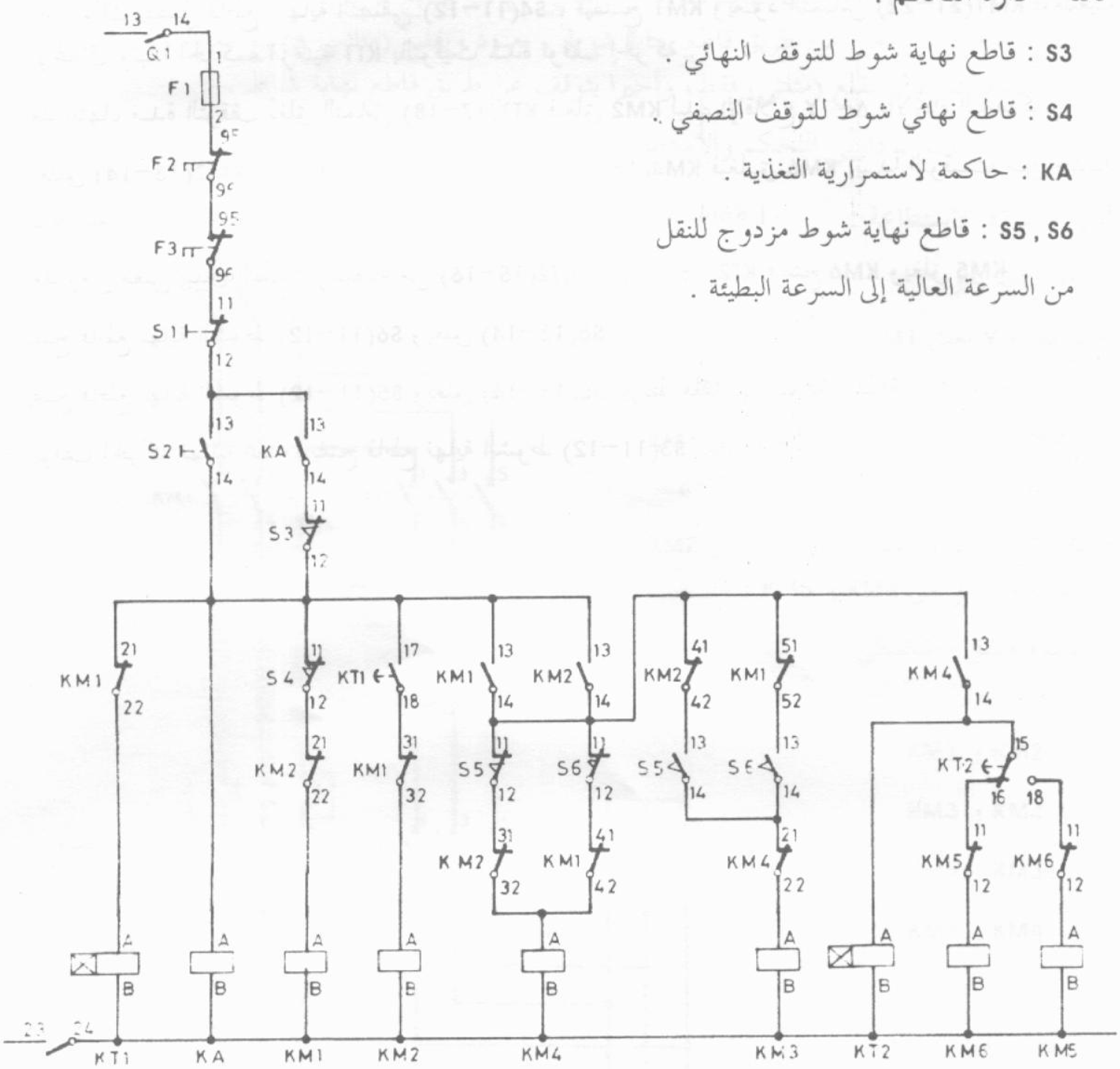
ثالثاً – دارة التحكم :

S3 : قاطع نهاية شوط للتوقف النهائي .

S4 : قاطع نهائي شوط للتوقف النصفي .

KA : حاكمة لاستمرارية التغذية .

S5 , S6 : قاطع نهاية شوط مزدوج للنقل من السرعة العالية إلى السرعة البطيئة .



– يضغط **S2** فتغلق **KA** ويغلق تماس استمرارية التغذية **KA(13–14)** .

– يغلق **KM1** فيفتح **KM1(21–22)** ويغلق تماسه **KM1(13–14)** فيغلق **KM4** فيغلق تماسه **KM4(13–14)** .

– يغلق **KM6** لمدة زمنية تساوي المدة المولّفة عليها الحاكمة الزمنية **KT2** وهي فترة الإقلاع **Y** .

– بعدها تتبدل وضعية التماس من **KT2(15–16)** إلى **KT2(15–18)** فيغلق **KM5** ويقلع المحرك Δ على السرعة العالية .

– للتبديل من السرعة العالية إلى السرعة البطيئة يفصل قاطع نهاية الشوط تماسه **S5(11–12)** ويوصل تماسه المفتوح **S5(13–14)** وبذلك يتم ربط ملفات السرعة البطيئة .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

- بعد ذلك يفصل قاطع النهاية النصفي S4(11–12) ، فيفتح KM1 ويعود التماس KM1(21–22) لوضعية الإغلاق وتبدأ الحاكمة الزمنية KT1 بالتوقيت لمدة توقف الحركة .
- بعد انتهاء مدة التوقف يغلق التماس KT1(17–18) فيغلق KM2 لبدء الإقلاع Y ←Δ بالاتجاه المعاكس .
- يغلق KM2(13–14) فيغلق KM4 الذي يغلق تماسه KM4(13–14) فيغلق KM6 [يبدأ التوقيت من جديد لأنه تم فصل التغذية عن KT2 سابقاً عندما فتح التماس KM4(13–14)] .
- بعد زمن معيّن يبدل التماس وضعيته من KT2(15–16) إلى KT2(15–18) فيفتح KM6 ويغلق KM5 .
- يفتح قاطع نهاية الشوط S6(11–12) ويغلق S6(13–14) .
- يفتح قاطع نهاية الشوط S5(11–12) ويغلق S5(13–14) فيربط ملفات السرعة البطيئة .
- تتوقف الحركة نهائياً عندما يفتح قاطع نهاية الشوط S3(11–12) .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

مثال رقم -4- :

محرك تحريضي ثلاثي ذو ست نهايات يقلع (نجمي Y) ثم يتابع Δ مع مقاومات إقلاع ثم (مثلثي Δ) ويتوقف بعدها لزمن معين عن طريق قاطع نهاية شوط . يعود ويقلع (مثلثي Δ)مع مقاومات إقلاع ولكن بالاتجاه المعاكس، ثم يقلع (مثلثي) فقط، وأخيراً يتوقف عن طريق قاطع نهاية شوط .

المطلوب تصميم دارتي التحكم والاستطاعة مع الشرح اللازم .

أولاً - دارة الاستطاعة :

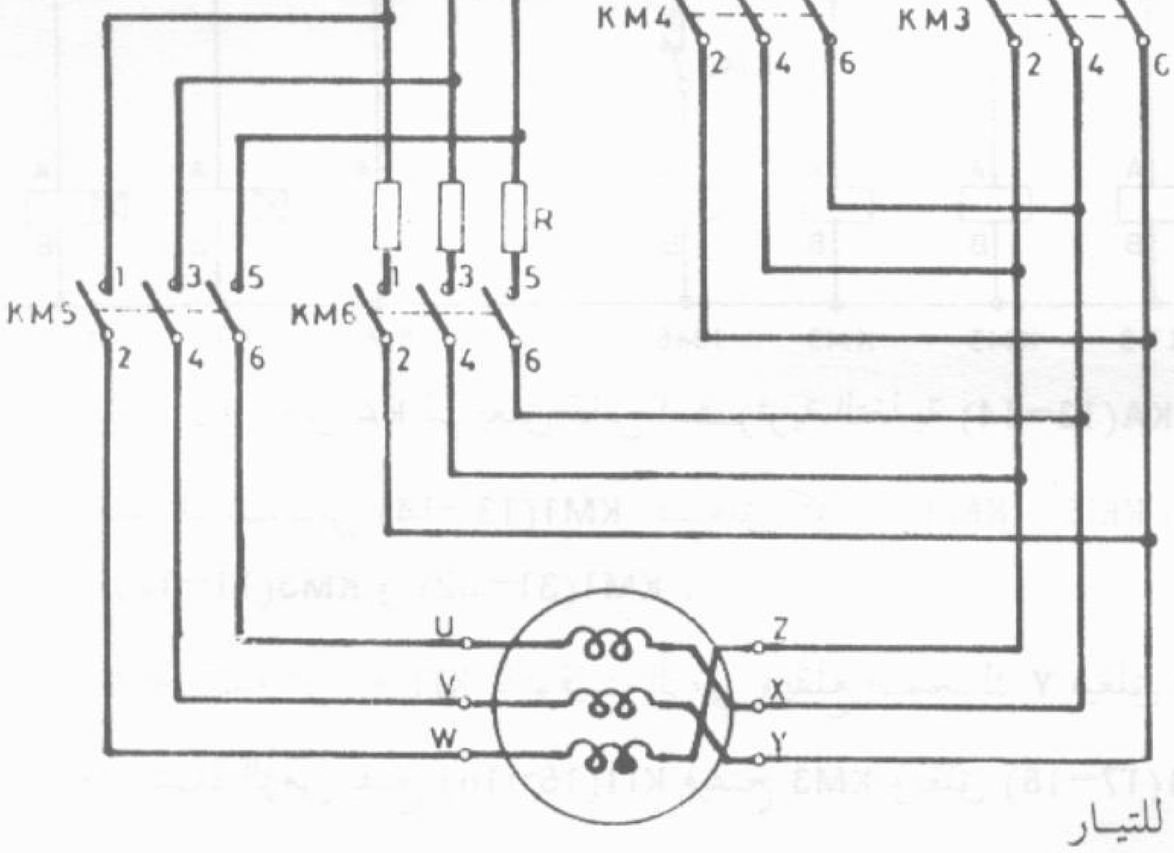
- يغلق **Q1** يدوياً .
- للإقلاع Y يغلق **KM1** و **KM2** حسب جهة الدوران ثم يغلق كل من **KM3** و **KM5** .
- للإقلاع دلتا Δ مع مقاومات **R** يغلق **KM1** أو **KM2** ثم يغلق كل من **KM4** و **KM5**
- للإقلاع دلتا Δ فقط يغلق **KM1** أو **KM2** ثم يغلق كل من **KM4** و **KM5** .
- يوضع قفل مكانيكي بين كل زوج من الكونتاكتورات التالية :

KM2 و **KM1**

KM4 و **KM3**

KM3 و **KM6**

KM4 و **KM6**



- تؤخذ قيم مكونات الدارة بالنسبة للتيار الاسمي I_n للمحرك كما يلي :

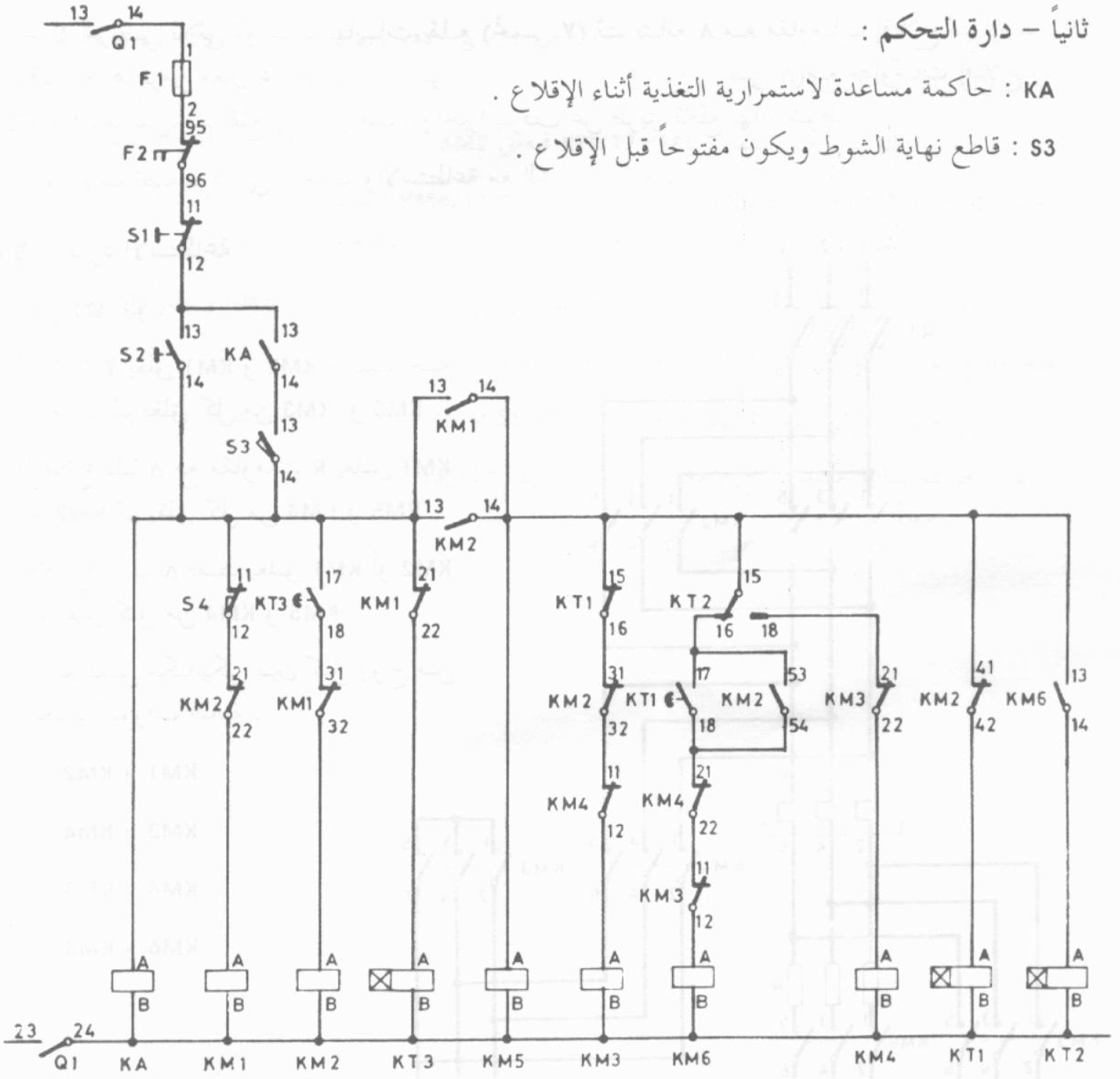
Q1	KM1	KM2	KM5	KM3	F2	KM4	KM6
$I_{n\Delta}$			$I_{n\Delta} / \sqrt{3}$		$I_{n\Delta} / \sqrt{3}$		

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

ثانياً – دارة التحكم :

KA : حاكمة مساعدة لاستمرارية التغذية أثناء الإقلاع .

S3 : قاطع نهاية الشوط ويكون مفتوحاً قبل الإقلاع .



- يضغط S2 فيغلق KA ثم يغلق تماس استمرارية التغذية KA(13–14) ويغلق KM1 .
- يغلق التماس KM1(13–14) فيغلق كل من KM3 و KM5 وتفتح الأقفال الكهربائية KM3(21–22) و KM3(11–12) و KM1(31–32) .
- تبدأ الحاكمة الزمنية KT1 بالتوقيت الزمني ويقلع المحرك Y فيغلق القاطع S3 .
- بعد انتهاء الزمن يفتح KT1(15–16) فيفتح KM3 ويغلق KT1(17–18) فيغلق KM6 .
- يغلق KM6(13–14) فتبدأ KT2 بالتوقيت ويقلع المحرك دلتا Δ مع مقاومات R.
- بعد انتهاء الزمن تتبدل وضعية التماس الزمني من KT2(15–16) إلى KT2(51– 18) فيفتح KM6 ويغلق KM4 ويقلع المحرك على توصيلة دلتا Δ فقط .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

- عـنـدما يـصـل الـمحرك إلى وضعية معينة يفتح قاطع نهاية الشوط **S4** ويتوقف الـمحرك لمـدة زمنية يحددهـا **KM3** .
- بعد انتهاء هذه المـدة يغلق **KT3(17–18)** فيغلق **KM2** ويغلق **KM2(13–14)** .
- ثم يغلق **KM6 KM5** فيغلق **KM6(13–14)** وتبدأ **KT2** بالتوقيت .
- يقلع الـمحرك دلتا Δ مع مقاومات **R** بالاتجاه الـمعاكس .
- بـعد انتهاء الزمن تتبدل وضعية التماس من **KT2(15–16)** إلى **KT2(15–18)** فيفتح **KM6** ويغلق **KM4** .
- يقلع الـمحرك على توصيلة دلتا Δ فقط .
- عندما يصل الـمحرك إلى وضعية معينة يفتح قاطع نهاية الشوط **S3** .
- تفصل التغذية ويتوقف الـمحرك عن الدوران .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الفصل السابع

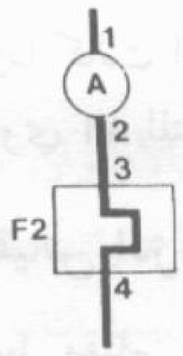
متممات دارة التحكم

CONTROL CIRCUIT COMPLEMENTS

1- مقدمة :

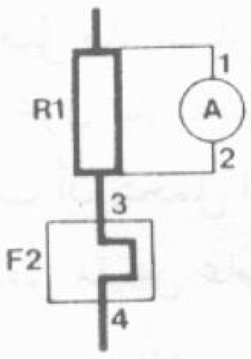
تحتوي دارة التحكم على المكونات الأساسية التي هي : قواطع حرارية معناطيسية، وكونتاكتورات، وفواصم موصّلة حسب مخطط مدروس يتناسب مع متطلبات الحمل من حيث التغذية والحماية ، وبالإضافة إلى ذلك يوجد متممات لابد من استعمالها لمعرفة القيم الكهربائية ومراقبة تغيراتها، ومن هذه المتممات : أجهزة قياس الأمبير، والتوتر، والاستطاعة، وغيرها ... كما أن إضافة لمبات إشارة للدلالة على وجود توتر أو انقطاعه أو حدوث عطل إلى غير ما هنالك يعد عاملاً مهماً لمراقبة الشبكة الكهربائية الموصلة عليها لوحة التحكم. في هذا الفصل شرح موجز لمخططات توصيل أجهزة القياس والإنذار ولمبات الإشارة وغيرها .

2- مقياس الأمبير :



2-1- التوصيل التسلسلي :

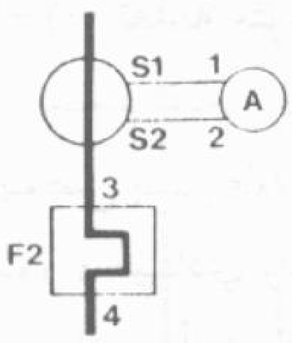
يوصل مقياس الأمبير على خط من خطوط التغذية. وفي حال دارة ثلاثية متزنة يكفي توصيل مقياس واحد، ويستخدم مقياس ذو القلب الحديدي المتحرك في دارات التيار المتناوب، أما في دارات التيار المستمر فيستخدم مقياس ذو الملف المتحرك .



2-2- التوصيل التفرعي :

يوصل مقياس الأمبير على التفرع مع نهايات المقاومة **R1** ، وتستخدم هذه الحالة فقط في دارات التيار المستمر **D.C.** ، ويتم اختيار **R1** بحيث تناسب المقياس وتتحمل التيار الاسمي. أما المقياس ذو الملف المتحرك فيجب أن يناسب مواصفات الحمل .

2-3- التوصيل مع محول تيار :



من أجل قياس تيارات عالية يُستخدم محوّل تيار ، ويوصّل مقياس الأمبير على طرفي الثانوي لمحول التيار، وطرفي الأولي على أحد خطوط التغذية ، وفي حال حمل ثلاثي متزن يكفي توصيل مقياس واحد . ويتم اختيار محول التيار بحيث يتناسب تيار الابتدائي له مع قيمة تيار الدارة المراد قياسه ، وتتوفر محولات التيار بنسب قياس مختلفة منها : **50/5** ، **100/5** ، **150/5** ، **200/5** ، **250/5** ، **500/5** ، **1000/5** .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

تـنـبـيـه :

عندما يكون ثـانوي محـول التيـار مفتوحـاً فكأنمـا رُبـط عليـه ممانعـة لانهائيـة ، وينحصـر فعـل السـيالة المغناطيسية الناتجة عن تيار الابتدائي في توليد توتر على الثانوي قد تصـل قيمتـه إلى 1000 فولـت ، خاصـة عند تيارات ابتدائي كبيرة ومن أجل قلب حديدي كبير الاستطاعة، مما قد يؤدي إلى فقدان عازلية ملفـات الثانوي ، كما أن نواة المحول تصل إلى حد الإشباع بفعـل السـيالة المغناطيسـية الكبـيرة، وينتـج عـن ذلـك ضياع حديدي يؤدي إلى تسخين النواة ومن ثـم إلى تلف المحول .

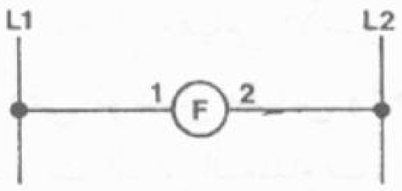
بسبب خطورة التوتر العالي على طرفي الثانوي على الأشخاص العـاملين ، وبسـبب التأثـيرات المذكـورة سابقاً على المحول نفسه ، فإن ثانوي محول التيار يجب ألا يُترك مفتوحاً أثناء مرور تيار في الابتدائي ، ويجب تحميل طرفي الثانوي دائماً إما بمقياس أمبير، أو بقصر الطرفين عن طريق مقاومة .

إن ابتدائي محول التيار يجب أن يتناسب مع تيار الحمل ، كمـا أن ثـانوي المحـول يجـب أن يتناسـب مـع مواصفات المقياس ، أما المقياس ذو القلب الحديدي فيجب أن يتناسب مع الحمل .

ملاحظة :

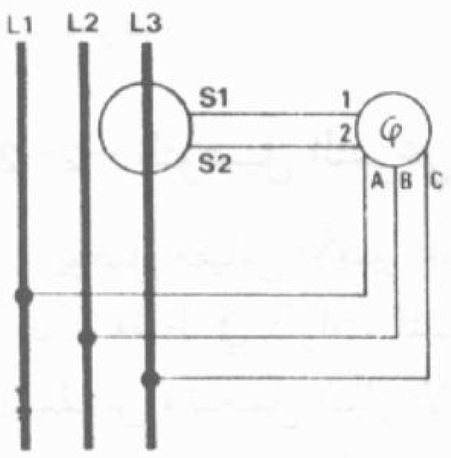
إذا كانت الـمسافة بين الـمقياس ومحول التيار أكبر من **4** أمتار ، يمكن استخدام محـوّل ذي تيـار ثـانوي يساوي **A1** للتغلب على هبوط الجهد الزائد وعلى الأخطاء التي تنتج عن قراءات الـمقياس.

3– مقياس التردد :



يوصل مقياس التردد بين طورين من أطوار التغذية الـمتناوبة كما في الشكل.

4– مقياس عامل الاستطاعة phase meter :



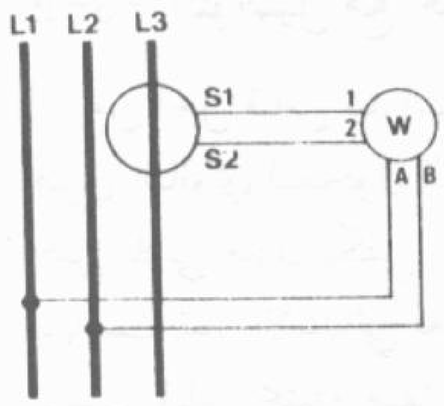
يوصل هذا المقياس مع الأطوار الثلاثة لقياس الفولت ومع أحد الأطوار عـن طريق محول تيار لقياس شدة التيار .

يجب أن يتحمل ابتدائي الـــمحول التيـار الاسمي، وأن يتوافـق الثـانوي مـع خصائص مقياس عامل الاستطاعة.

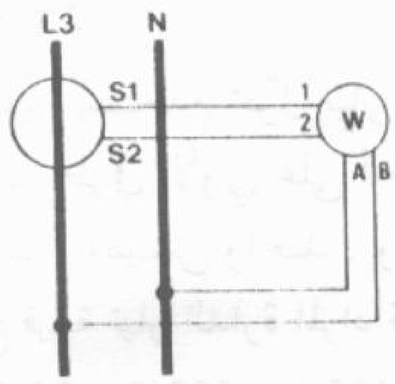
5– مقياس الاستطاعة :

5–1– تغذية متزنة :

يصمم لقياس الاسـتطاعة الحقيقيـة أو الردّيّـة ويـوصل بـيـن طورين (الـمخطط **A**) أو بـيـــن طـور وحيـادي (الـــمخطط **B**) لقيـاس التوتـر، ويوصل مع أحد الأطوار عن طريـق محـوّل تيـار لقياس شدة التيـار. أمـا مواصفـات المحـول فقـد ذكرت سابقاً.



Schematic A

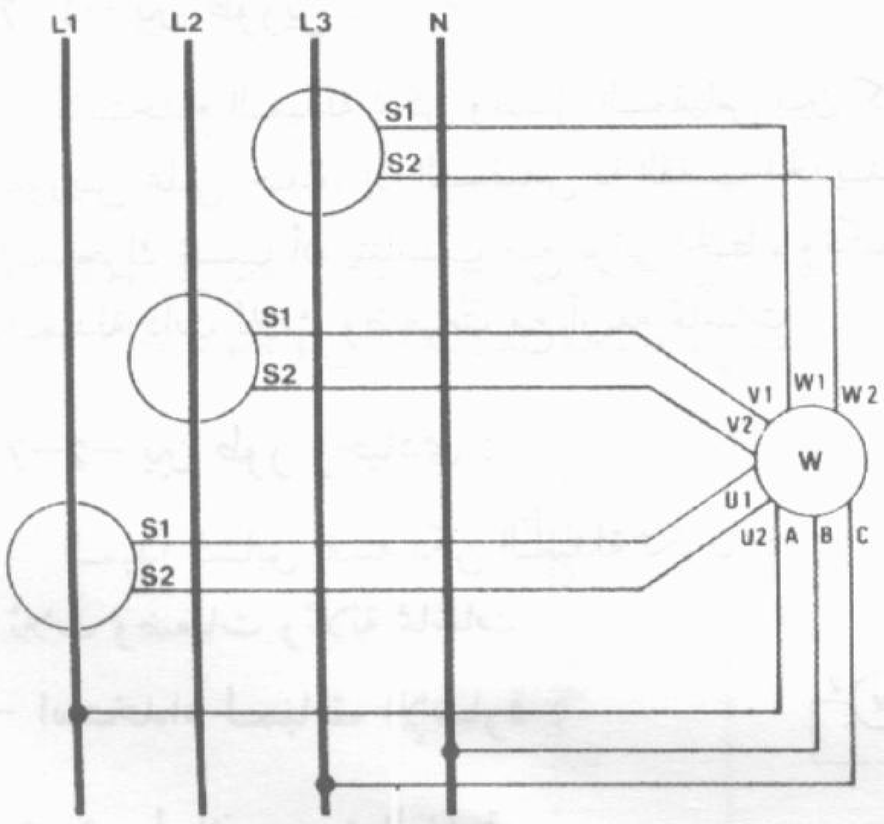


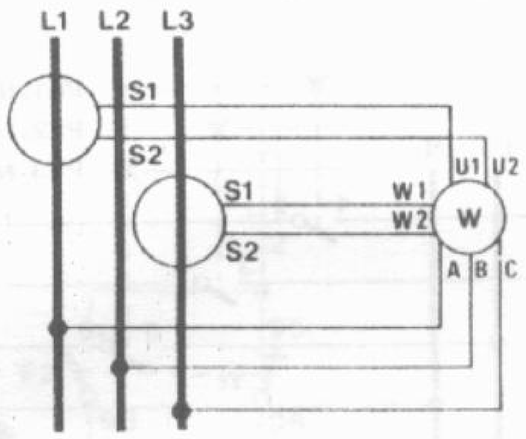
Schematic B

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

5–2– تغذية غير متزنة :

التوصيل السابق نفسه ولكن يوصل الـمقياس هنا مع عدة أطوار ومع الحيادي، ويتطلب القياس هنا استعمال محول تيار، أو ثلاثة محولات بحسب نظام التغذية.

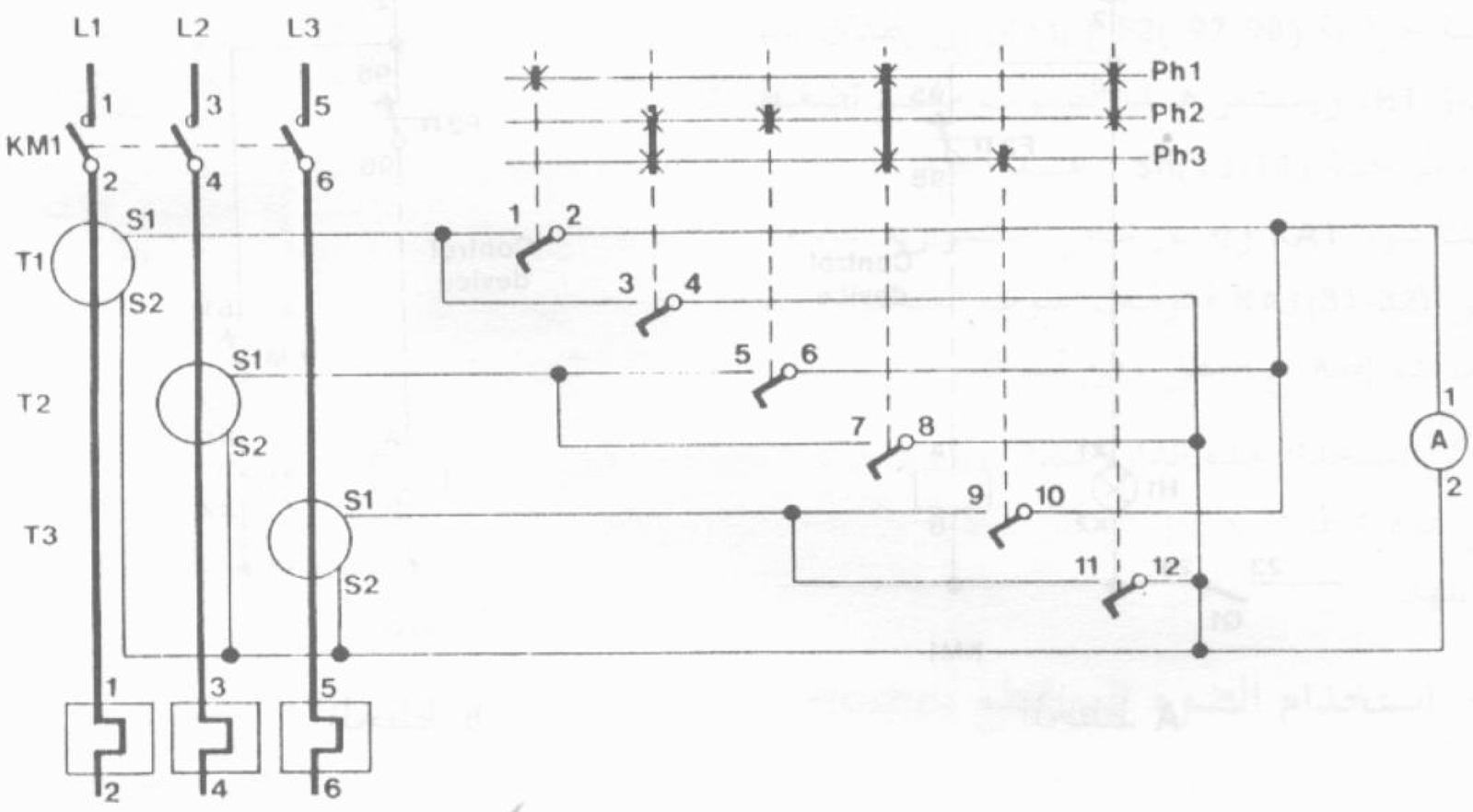




6– قياس التيار باستخدام مبدلة أطوار – حمل غير متزن :

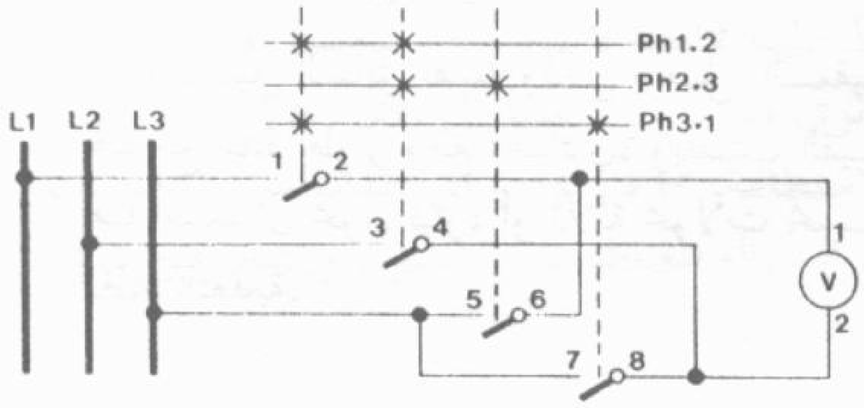
يمكن قراءة التيار المار في كل مقياس موصل على كل خط باستخدام مفتاح تبديل الأطوار. يكون المقياس موصلاً على محوّل التيار في كل وضعية لمفتاح التبديل S1 ، أما المحولان الآخران فيكونان مقصورين. تتطلب هذه الدارة ثلاثة محولات تيار يتناسب الابتدائي فيها مع التيار الاسمي، ويتناسب الثانوي مع خصائص المقياس، كما تتطلب مقياساً ذا قلب حديدي متحرك بتدريج يتناسب مع مواصفات الحمل، وأخيراً مفتاح تبديل ذا ستة تماسات.

وتجدر الإشارة إلى أنه يفضّل تركيب مقياس أمبير على كل طور من الأطوار الثلاثة بسبب عدم إمكانية مراقبة تيارات الأطوار الثلاثة في آن واحد(عندما تستدعي ذلك ضرورات فنية) .



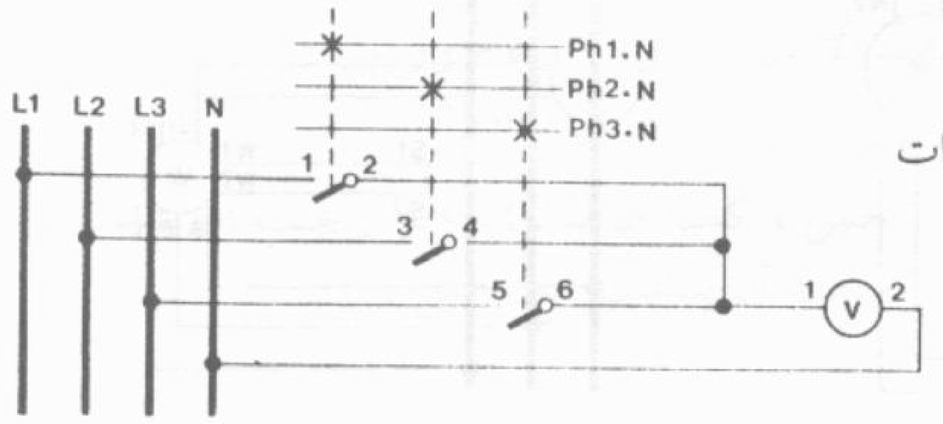
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

7– قياس الفولت باستخدام مبدلة أطوار :



7–1– بين طورين :

باستخدام المبدّلة يمكن وصل المقياس بين كل طورين على حدة. إن المقياس ذا القلب الحديدي المتحرك يجب أن يتناسب مع توتر الخط، وتكون المبدلة ذات ثلاث وضعيات مع أربعة تماسات.



7–2– بين طور وحيادي :

المبدأ السابق نفسه لكن المبدلة تكون ذات ثلاث وضعيات وثلاثة تماسات.

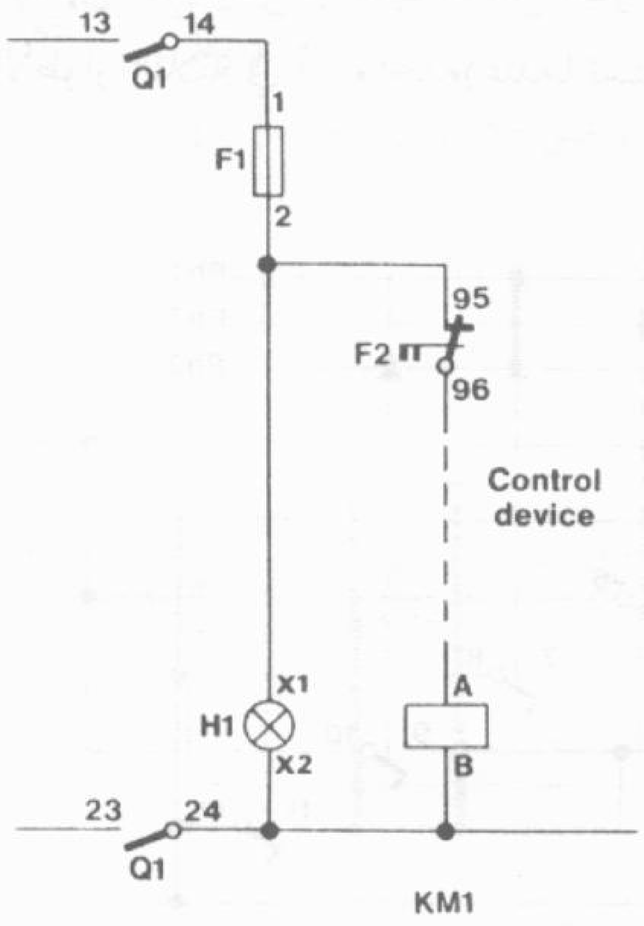
8– استخدام لمبات الإشارة :

8–1– لبيان وجود التغذية :

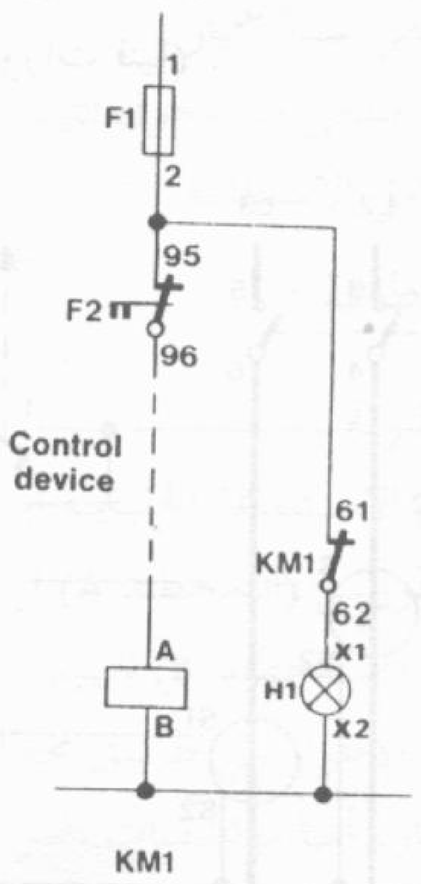
عند إغلاق القاطع اليدوي المركب بجهة التغذية **Q1(23–24)** و **Q1(13–14)** تضيء اللمبة **H1** للدلالة على وجود التغذية ، ويبيّن المخطط **A** طريق التوصيل .

8–2– لبيان التوقف :

عندما يفتح الكونتاكتور **KM1** يغلق التماس **N/C KM1(61–62)** فتضيء اللمبة **H1** للدلالة على أن الكونتاكتور قد توقف عن العمل كما في المخطط **B** .



المخطط A



المخطط B

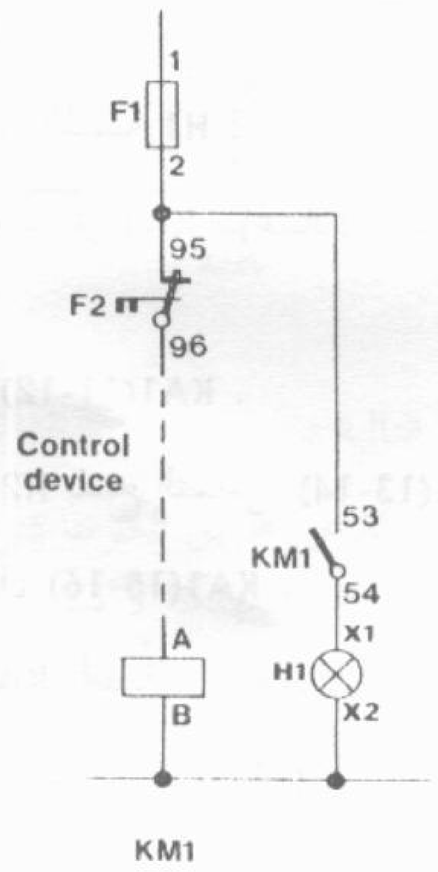
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

8–3– لبيان الإقلاع :

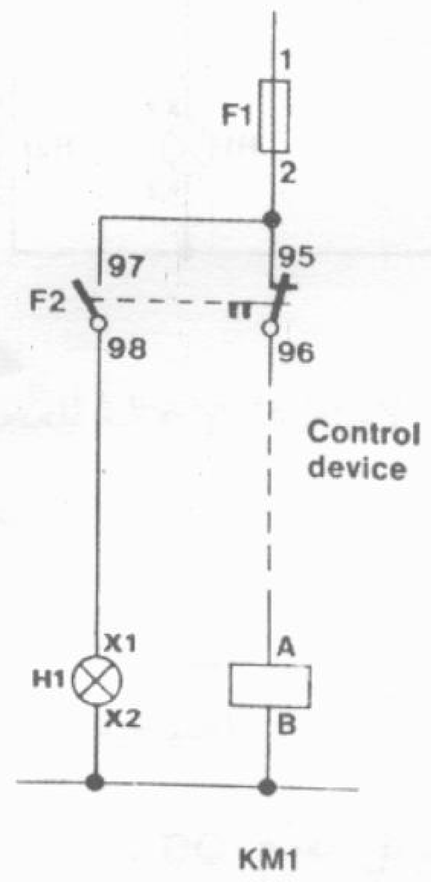
عندما يغلق الكونتاكتور **KM1** يغلق التماس **N/O** ، **KM1(53–54)** فتصيء اللمبة **H1** للدلالة على أنّ الكونتاكتور في حالة عمل، كما في المخطط **C** .

8–4– لبيان حدوث عطل :

عندما يكون الكونتاكتور **KM1** مغلقاً وتحدث زيادة في الحمل يفتح التماس الحراري **F2(95–96)** فيفتح الكونتاكتور **KM1** ويغلق التماس **F2(97–98)** فتضيء اللمبة للدلالة على وجود عطل كما في المخطط **D** .

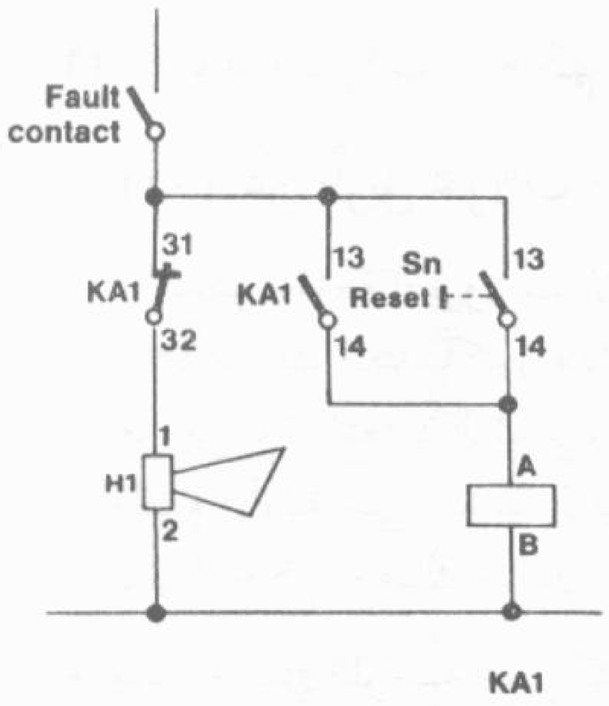


المخطط C



المخطط D

9– التحذير الصوتي مع كبسة إعادة إلى حالة الراحة Reset :



إن اغلاق تماس العطل **Fault Contact** [قد يكون تماس **N/C** لحاكمة حرارية **F2(97-98)**] يؤدي إلى إطلاق صوت صافرة تحذير من الجهاز **H1**، ويستمر هذا الصوت مالم تضغط كبسة الإعادة إلى حالة الراحة **Sn(13-14)** . عند الضغط على **Sn(13-14)** يغلق الكونتاكتور **KA1** ويغلق تماس استمرارية التغذية **KA1(13-14)** ويفتح التماس **KA1(31-32)** فيتوقف صوت الصافرة ، يفتح الكوناكتور **KA1** بعد أن يتم إصلاح العطل ومن ثم فتح تماسه.

يمكن استخدام هذه الدارة لنظام نداء مركزي حيث يستبدل بتماس العطل عدة محطات نداء (تمثل كل محطة بكبسة) موصلة على التفرع فيما بينها.

10 – استخدام الضوء المتقطع Flasher :

يستخدم المخطط التالي لتوقيت إشارة ضوئية أو سمعية حيث يولّف زمن الشعيل "on" والتوقف "off" لكلا الإشارتين .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

طريقة التشغيل :

- إن إغلاق التماس (13-14) يؤدي لإغلاق KA1 .
- يغلق تماس الاستمرارية KA1(11-12) .
- يفتح التماس KA1(81-82) لحظياً .
- يغلق التماس KA1(15-16) فتضيء اللمبة H1 .
- بعد بضع ثوان يفتح تماس التأخير الزمني KA1(83-84)
- يفتح الكونتاكتور KA1 .
- يفتح KA1(15-16) فتطفأ اللمبة H1 .
- بعد بضع ثوان يغلق KA1 بإغلاق التماس KA1(81-82) .
- يغلق تماس الاستمرارية KA1(11-12) .
- يتوقف صوت الصافرة H2 بفتح التماس KA(13-14).
- تضيء اللمبة H1 بإغلاق KA1(15-16) .
- يفتح التماس KA1(81-82) لحظياً .....وهكذا ....
- يتوقف الـ Flasher بفتح التماس (13-14) .

ملاحظة :

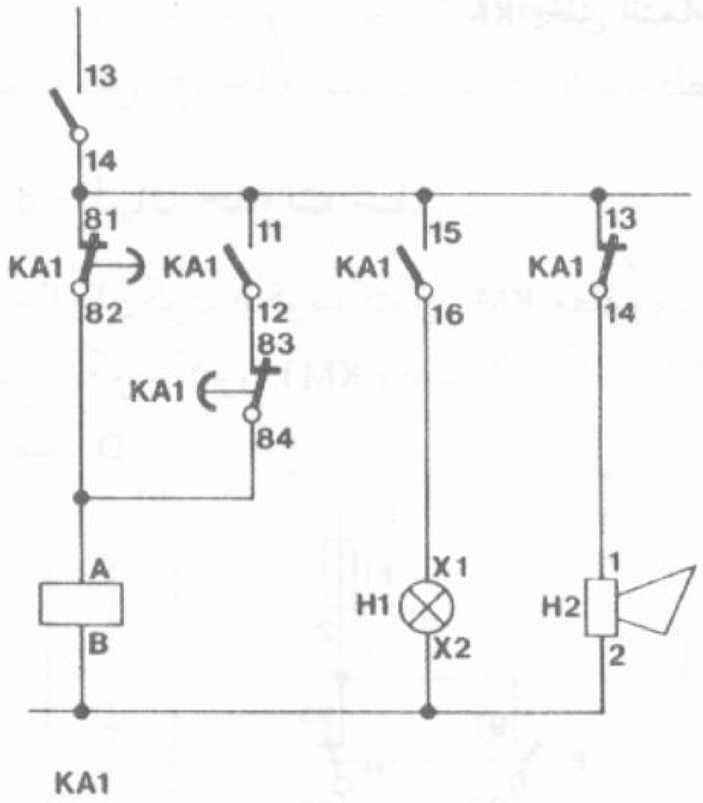
يمكن تصميم دارة تحذير صوتي مع دارة ضوء متقطع بربط الدارتين السابقتين إحداهما مع الأخرى مع مراعاة استخدام كونتاكتورين مساعدين مختلفين KA2 ، KA1 .

11 – تغذية دارات التحكم :

11–1 عن طريق محولات :

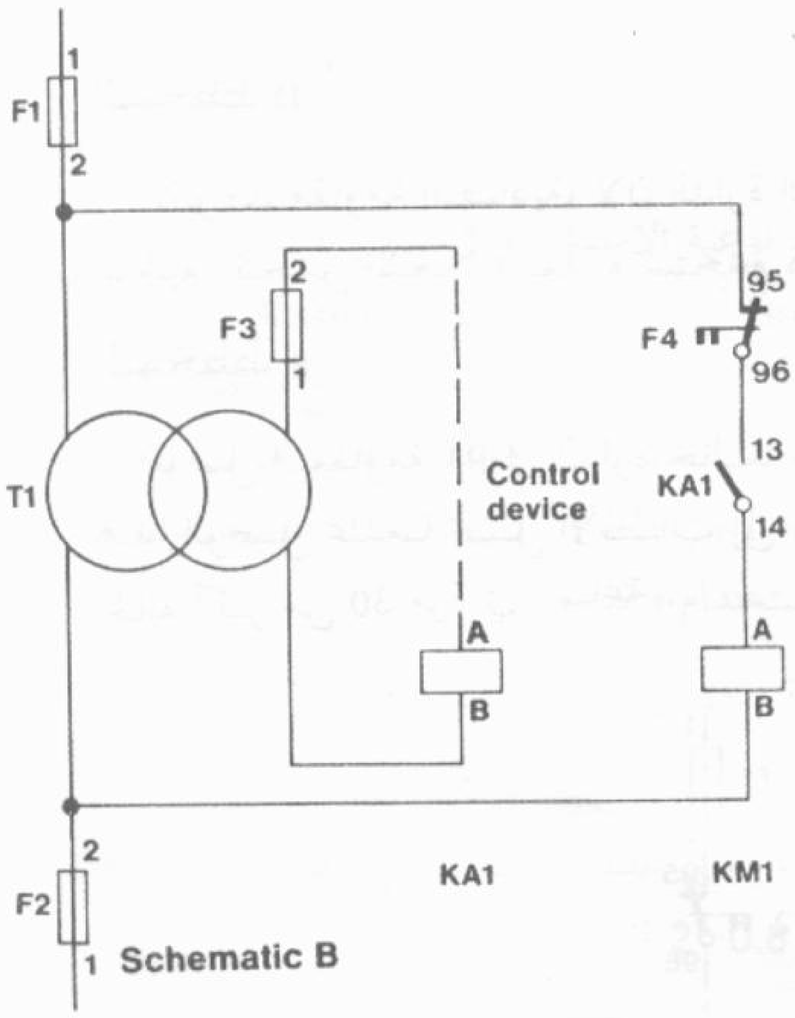
تدعو الحاجة لضرورات الأمن الصناعي وضرورات فنية إلى تغذية ملفات الكونتاكتور ودارة التحكم وتجهيزات القيادة بتوتر أقل من توتر التغذية الرئيسي، ويستخدم لهذا الغرض محول توصل ملفاته الأولية على التغذية الرئيسية في حين تعطي ملفاته الثانوية توتر التحكم. وهناك حالتان :

* عندما تحتوي اللوحة على كونتاكتور صغير، أو كونتاكتورين، يستخدم محول صغير الاستطاعة، ويمكن وصل الكونتاكتورات مباشرة عليه كما في المخطط A المبين جانباً.
* عندما تحتوي اللوحة على كونتاكتور كبير، أو أكثر، أو عدة كونتاكتورات صغيرة، ومن أجل تصغير حجم المحول ،



Schematic A

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



Schematic B

تستخدم حاكمة مساعدة **KA1** تعمل على التوتر المخفّض وتقوم بتشغيل الكونتاكتور **KM1** (أو عدة كونتاكتورات)، تعمل وشائع هذه الكونتاكتورات على التوتر الرئيسي ، ويُغذى بتوتر التحكم (التوتر المخفّض) فقط أجزاء الدارة التي تتطلب تدخل العاملين كما في المخطط **B** . يوصى باستخدام هذه الطريقة للحالات التي تكون فيها كابلات التغذية طويلة لتجنب هبوط التوتر عليها عندما تغلق الكونتاكتورات.

وتُحسب الاستطاعة الإجمالية للمحولة من العلاقة التالية :

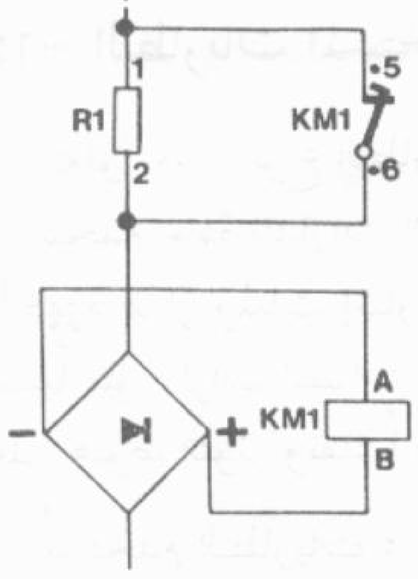
استطاعة محول التغذية = مجموع الاستطاعات المستهلكة عن طريق الكونتاكتورات التي يمكن أن تغلق في وقت واحد + الاستطاعة المستهلكة لأكبر كونتاكتور + الاستطاعة المستهلكة عن طريق تجهيزات القيادة (مثل لمبات الاشارة) + **20%** استطاعة احتياطية .

11–2– عن طريق مقوّم DC :

المخطط C :

تستخدم هذه الطريقة لكافة أحجام الكونتاكتورات للحصول على تشغيل صامت (دون ضجيج)، ومن أجل تغذية كونتاكتورات كبيرة والتي تسمح بـ :

- زيادة معقولة في ضغط القطب .
- المحافظة على وضعية الإغلاق للكونتاكتور حتى في حالة انخفاض توتر التحكم .
- تأخير زمني قصير في فتح الكونتاكتور أثناء فشل التوتر العابر (الوشيعة موصولة على نهايات المقوّم) .



Schematic C

إن المقوم والوشيعة والمقاومة الاقتصادية **R1** – التي تقلل من استهلاك القدرة (راجع صفحة57) – يجب اختيارها لتناسب التوتر وحجم الكونتاكتور ، بالإضافة إلى ذلك يجب أن يكون المقوّم قادراً على تحمل التوتر الرئيسي وتيار الدفع **inrush** .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

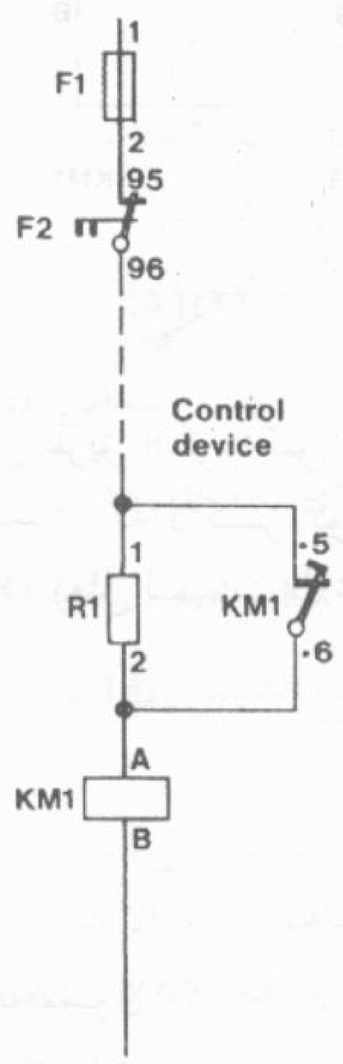
المخطط D :

لاتوجد مقاومة اقتصادية، لأن الدارة المغناطيسية مصممة لتتحمل كامل قيمة التيار المستمر، كما أن الوشيعة تتحمل تشغيلاً دائماً. وتستخدم هذه الحالة عندما يطلب معدل تشغيل كبير وحياة عمل طويلة.

المخطط E :

توصل المقاومة **R1** في الدارة حالما يغلق الكونتاكتور [يفتح التماس **KM1(5-6)**] ، ويجب أن يحدث هذا الوصل عندما تصل الأقطاب إلى منتصف مسافة الوصل ويجب ألا يشغل الكونتاكتور في هذه الحالة أكثر من **30** مرة في الساعة .

Schematic D



Schematic E

12– البطاريات المستخدمة في لوحات التحكم :

يتعلق تحديد نوع البطاريات بحجم الدارة ضمن اللوحة، وشدة التيار اللازمة، وقيمة توتر دارة التحكم. ويُستخدم عادة للدارات الصغيرة بطاريات جافة ذات توتر **12** أو **24** فولت مرتبطة مع جهار شحن آلي مزوّد بأجهزة إنذار ولمبات إشارة لبيان حالات التشغيل الطبيعية والأعطال. أما في دارات التحكم عن بعد والكبيرة نسبياً مثل ارات المصاعد فتُستخدم مجموعة بطاريات للحصول على توتر أعلى (**48-220 V**) وذلك للتغلب على هبوط التوتر وتفادياً لرفع مقاطع الكابلات المستخدمة.

تُستخدم البطاريات في لوحات التحكم لتغذية وشائع بعض الحواكم ولمبات الإشارة والديودات الضوئية ودارات إنارة الطوارئ والتجهيزات الأخرى، ولتأمين عمل الدارات في حال انقطاع توتر التغذية الرئيسي.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

12–1– أنواع البطاريات :

تصنّف البطاريات من حيث التركيب الكيميائي أو من حيث نوعية الاستخدام ؛ فمن حيث التركيب الكيميائي هي بطاريات حمضية رصاصية **Lead Acid Battery** أو قلوية **Alkaline Battery** يدخل في تركيبها سائل ذو طبيعة قلوية (محلول ماءات البوتاسيوم) ، كما أن هناك تسميات أخرى تتبع نوعية المواد الفعالة مثل : نيكل كادميوم ، نيكل حديد ، فضة توتياء . أما البطاريات الأولية الجافة فهي صغيرة أسطوانية أو مفلطحة والنوع السائد هو بطارية توتياء-كربون . ويوجد أنواع أخرى مثل : أكسيد الزئبق-توتياء ، الليثيوم-ثاني أكسيد الكبريت . أما من حيث نوعية الاستخدام فتقسم إلى :

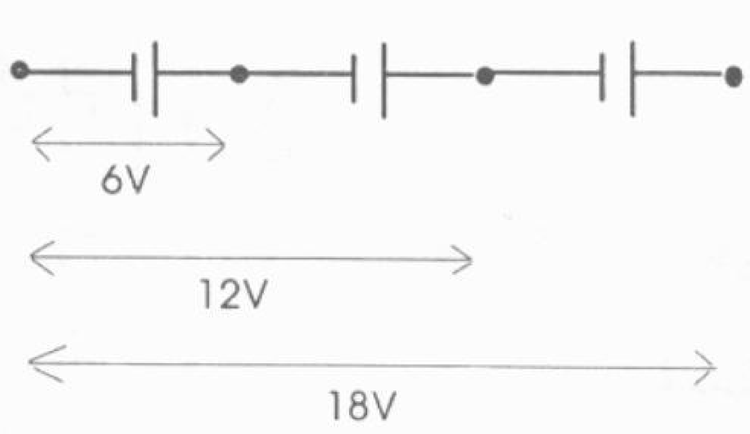
بطاريات أساسية : وهي غير قابلة للشحن وتستخدم لمرة واحدة فقط، ويختلف توتر الخلية بحسب المواد المستخدمة فيراوح بين **1.5–0.85** فولت .

بطاريات ثانوية : وهي قابلة للشحن بعد تفريغها ولعدة مرات، ويتعلق عدد المرات بنوع البطارية ودرجة التفريغ، ويختلف توتر الخلية بحسب المواد المستخدمة فيراوح بين **2–0.8** فولت.

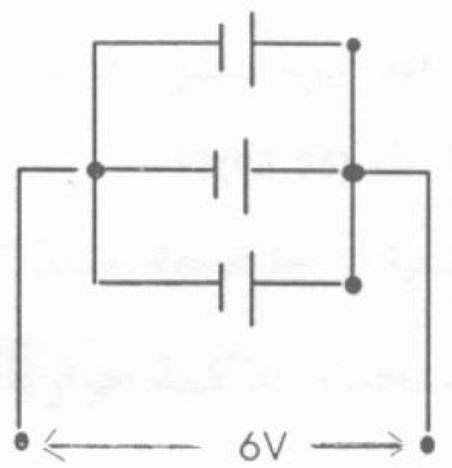
12–2– توصيل البطاريات :

بما أن التوتر الاسمي للخلية القلوية هو **1.2 V** فولت، وللخلية الرصاصية هو **2 V** فولت فللحصول على بطارية واحدة ذات توتر أعلى يتم وصل عدة خلايا على التسلسل وذلك بوصل القطب السالب للخلية الأولى مع القطب الموجب للخلية الثانية ، وهكذا ..... ومن أجل الحصول على توتر أعلى من توتر بطارية واحدة يتم وصل عدة بطاريات **6** أو **12** فولت على التسلسل ويكون التوتر النهائي هو مجموع توتر البطاريات الموصّلة، في حين يبقى التيار المأخوذ منها مساوياً لتيار كل بطارية .

وللحصول على سعة أكبر يتم توصيل البطاريات على التفرع، فتكون السعة النهائية مساوية لمجموع سعات البطاريات الموصّلة، والتيار مساوياً لمجموع تيارات البطاريات ، بينما يبقى التوتر الكلي مساويا لتوتر البطارية الواحدة.



التوصيل التسلسلي



التوصيل التفرعي

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الفصل الثامن

أجهزة الحماية

PROTECTION DEVICES

1- مقدمة :

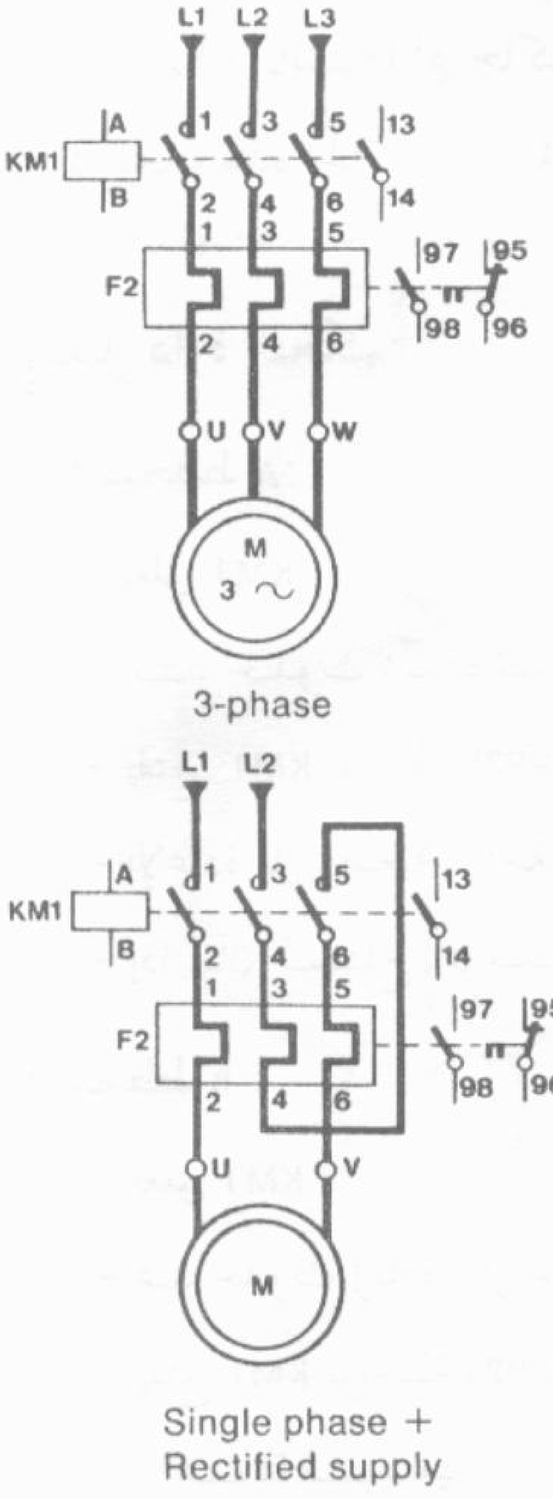
تختلف وظائف أجهزة الحماية في دارات التحكم باختلاف أنواعها، ولكل جهاز حماية وظيفة خاصة يقوم بتأديتها لحماية الشبكات الكهربائية (كوابل وأسلاك) والعاملين عليها، فهناك حماية ضد زيادات الحمولة وضد دارات القصر للشبكات على سبيل المثال، أما المحركات فتتم حمايتها ضد ارتفاع درجة حرارتها، أو انقطاع أحد الاطوار، أو انقلاب طورين ... الخ ... بالإضافة إلى وجود حمايات للأشخاص العاملين على هذه التجهيزات . تتضمن الفقرات التالية شرحاً مبسّطاً لأجهزة الحماية المستخدمة ووظيفة كل منها، وطريقة توصيلها.

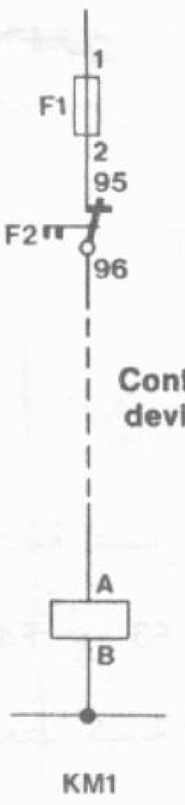
2 – الحماية باستخدام حاكمة زيادة الحمولة الحرارية :

وتستخدم هذه الحاكمة للحماية ضد زيادات الحمولة الصغيرة الدائمة **Sustained** .

توصيل دارة الاستطاعة :

- يوصل كل عنصر حماية من عناصر الحاكمة على كل خط تغذية في الدارة ثلاثية الطور .
- في الدارة الأحادية ودارات التيار المستمر يوصل عنصر حماية على خط تغذية، ويوصل العنصران الآخران على التسلسل على خط التغذية الآخر.





تشغيل دارة التحكم :

- يغلق الكونتاكتور **KM1** .
- عند حدوث زيادة حمولة تفصل الحاكمة **F2** .
- يفتح **KM1** بواسطة **F2(95-96)** .
- الإعادة الى وضعية الراحة **Reset** بضغط كبسة **F2** .

3 – الحماية باستخدام حاكمة حرارية مغناطيسية :

وتستخدم للحماية ضد زيادات الحمولة الصغيرة الدائمة وضد ارتفاعات التيار العالية.

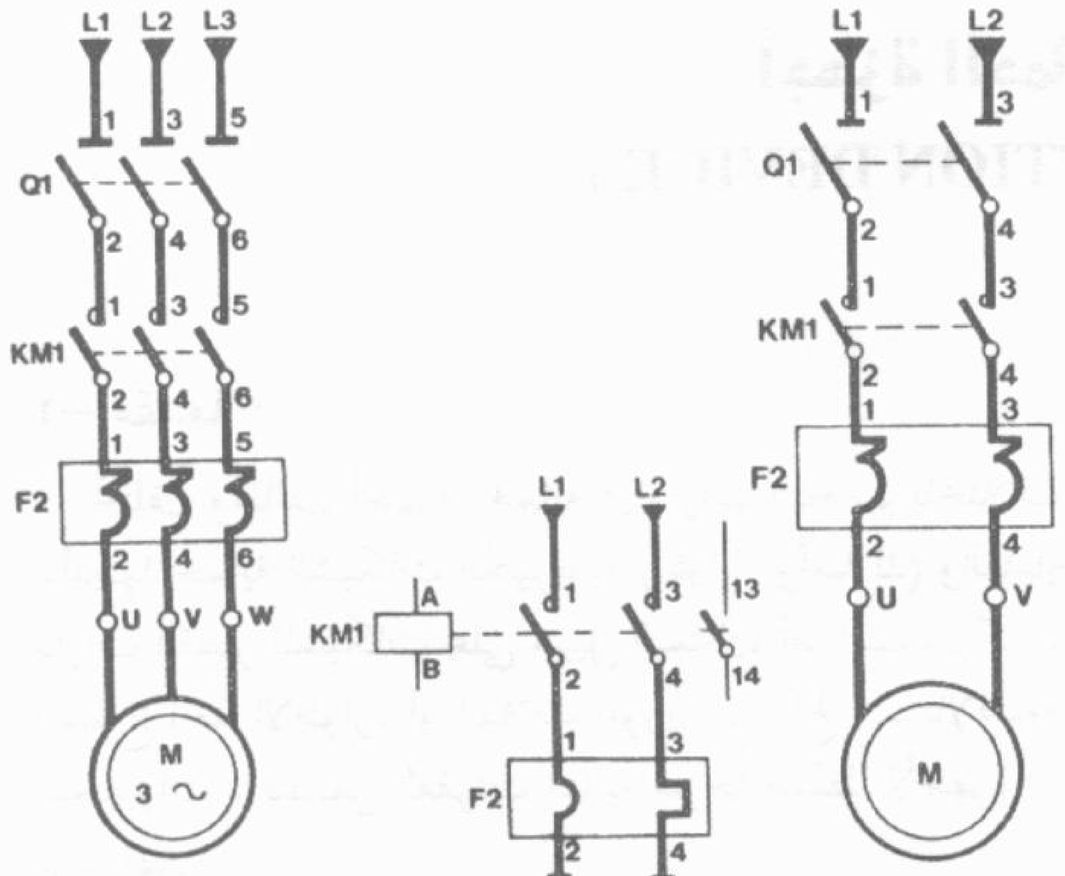
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

توصيل دارة الاستطاعة :

- يوصل كل عنصر حماية من عناصر الحاكمة على كل خط في الدارات ثلاثية الطور والأحادية الطور.
- في التيار المستمر يوصل عنصر الحماية الحراري على خط، وعنصر الحماية المغناطيسي على الخط الآخر.

تشغيل دارة التحكم :

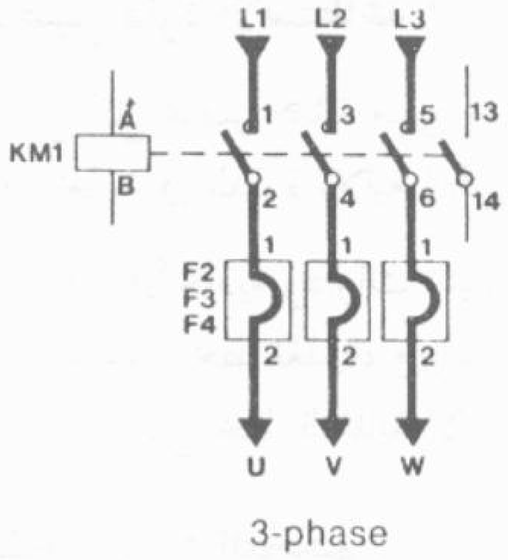
- طريقة تشغيل دارة الحماية الحرارية نفسها .



4 – الحماية باستخدام حاكمة كهرمغناطسية أحادية على كل طور :

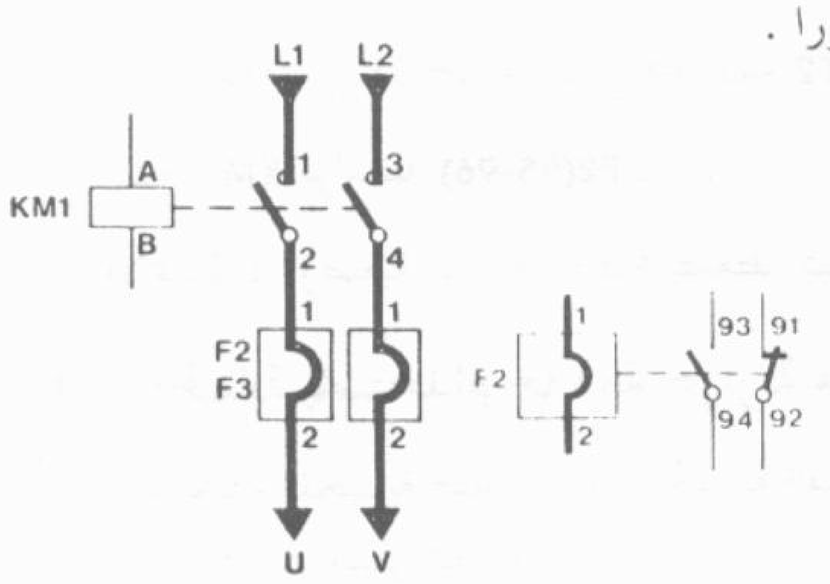
تستخدم هذه الحاكمة لحماية التجهيزات التي تتعرض غالباً لذروات عاليه التيار ، ويتم توصيل كل حاكمة كهرمغناطسية على كل طور من الأطوار الثلاثة في دارة الاستطاعة.

تشغيل دارة التحكم:



المخطط A:

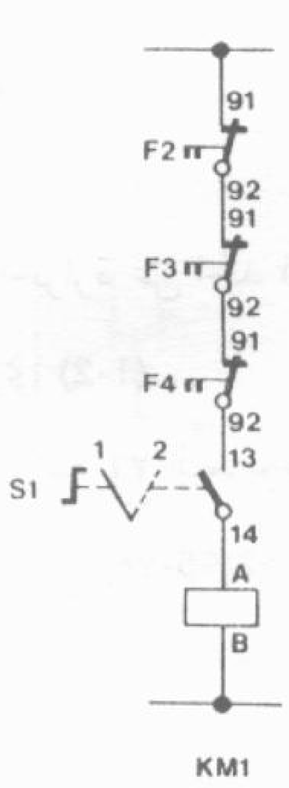
- يغلق **KM1**
- عند حدوث زيادة تيار عالية تفصل **F2** أو **F3** أو **F4** .
- يفتح **KM1** بواسطة **F4(91-92)** أو **F3** أو **F2** .
- الإعادة إلى وضعية الراحة بضغط كبسة **Reset** للحاكمة التي فصلت.
- إذا كان المفتاح **S1** مغلقاً فإن **KM1** يعود للإغلاق فوراً .



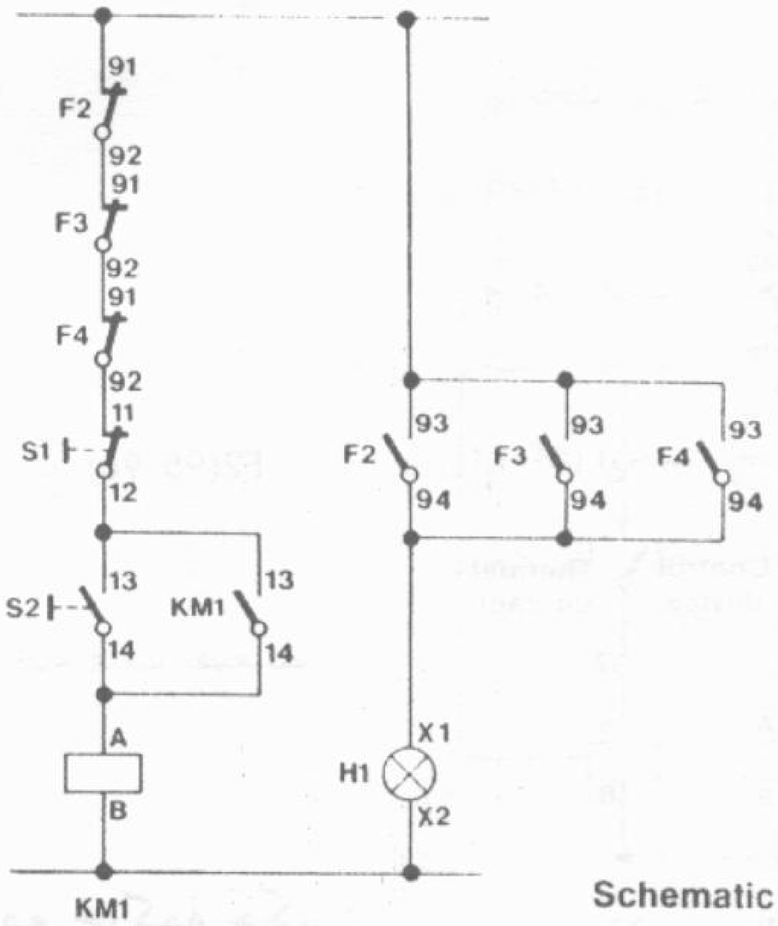
المخطط B :

- يغلق **KM1** .
- عند حدوث زيادة تيار عالية تفصل **F2** أو **F3** أو **F4** .
- يفتح **KM1** بواسطة **F4(91-92)** أو **F3** أو **F2** .
- الإعادة لوضعية الراحة لحظياً للتماس **(91-92)** للحاكمة التي فصلت .
- يمكن إغلاق **KM1** بضغط كبسة الإقلاع **S2**.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com



Schematic A

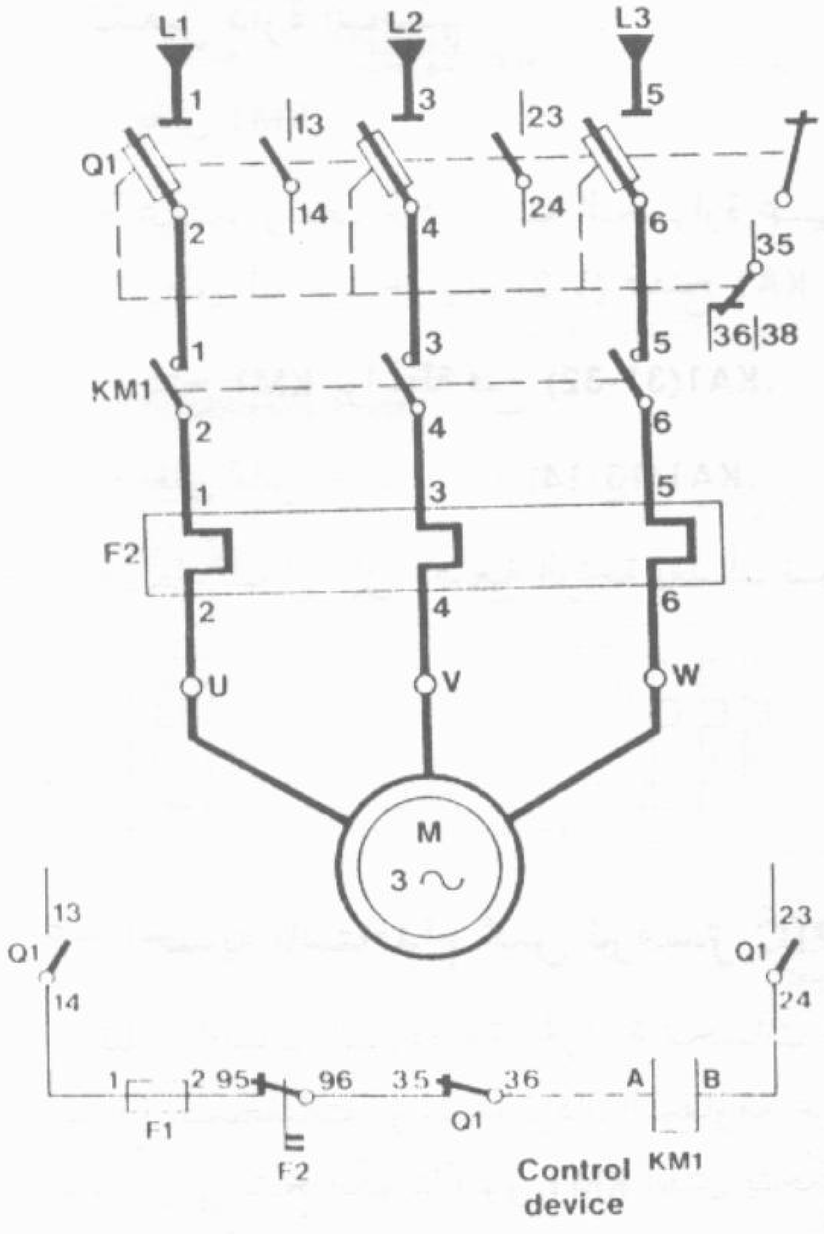


Schematic B

5 – الحماية باستخدام حاكمة ضد انقطاع طور :

تستخدم لحماية المحرك ضد انقطاع طور بعد أن يفصل تماس حاملة الفاصمة الموصلة من جهة التغذية. إن زمن استجابة هذه الحالة أقل منه لحاكمة زيادة الحمولة الحرارية .

إن توصيل دارة الاستطاعة موضح بالشكل .



تشغيل دارة التحكم :

- يغلق **KM1** .
- يفصل تماس حاملة الفاصمة الموصول ميكانيكياً مع جهاز التحكم .
- يفتح التماس **(35-36)**.
- يفتح **KM1** .

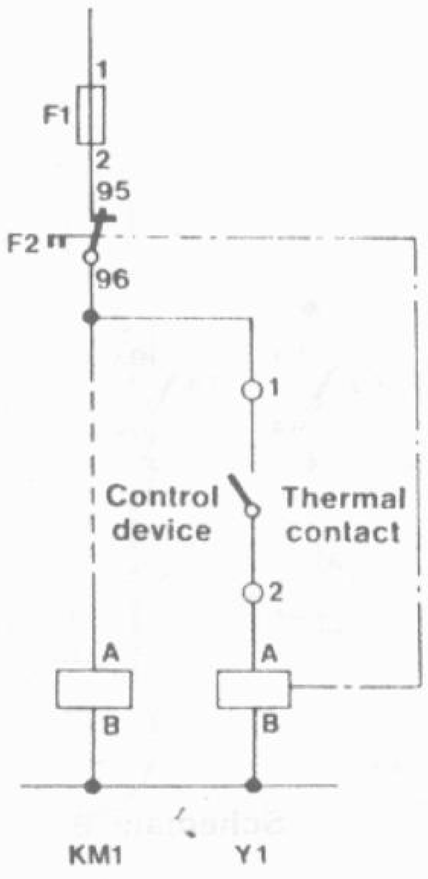
6 – الحماية باستخدام مجس مزدوجة حرارية :
(مع فصل بواسطة حاكمة لزيادة حمولة حرارية)

يوضع مع ملفات المحرك مجس مزدوجة حرارية أو أكثر للكشف عن ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المسموح به.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

تشغيل دارة التحكم :

- يغلق **KM1** .
- عند ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المسموح.
- يغلق التماس الحراري **(2-1)** .
- تتحرض وشيعة الحاكمة **Y1** المربوطة ميكانكياً مع **F2(95-96)** .
- يفتح **KM1** بواسطة فتح **F2(95-96)** .
- تتم الإعادة إلى وضعية الراحة بعد أن تبرد الملفات بضغط كبسة **F2** .

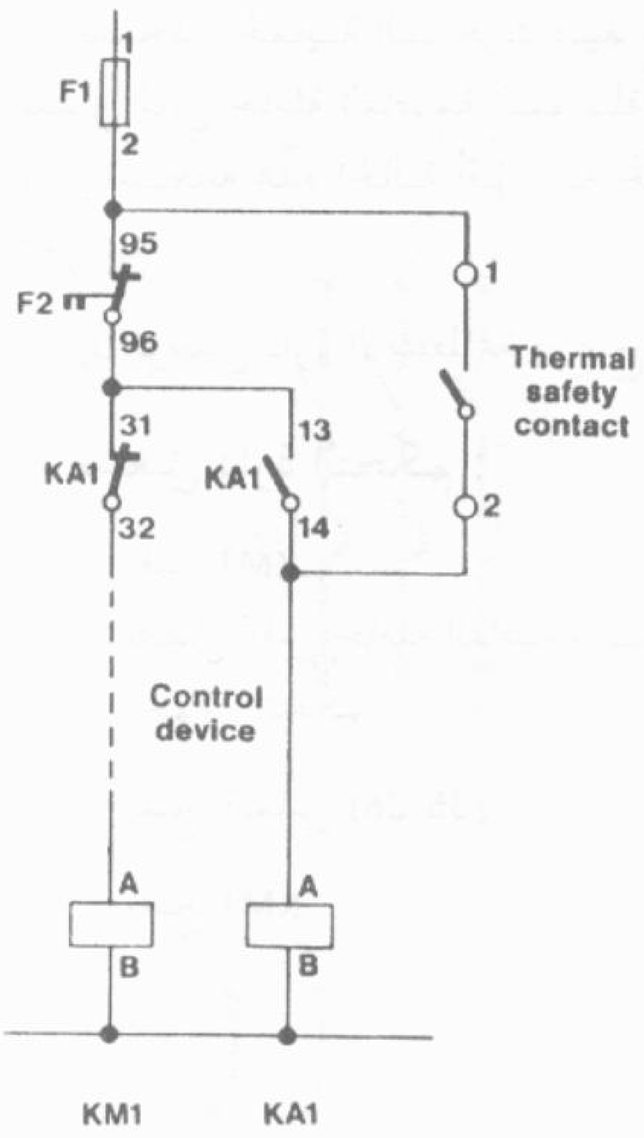


7 – الحماية باستخدام مجس مزدوجة حرارية مع حاكمة تحكم :

تعمل هذه الحاكمة على المبدأ السابق نفسه لكن التماس الحراري يتحكم بإغلاق الحاكمة **KA1** والتي يُسبب تماسها المغلق فتح الكونتاكتور **KM1**.

تشغيل دارة التحكم :

- يغلق **KM1**.
- عند ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المسموح يغلق التماس الحراري **(2-1)** فيفتح **KA1**.
- يفتح **KM1** بواسطة فتح **KA1(31-32)**.
- يغلق تماس الاستمرارية **KA1(13-14)**.
- يُعاد التماس إلى وضعية الراحة بعد أن تبرد الملفات بضغط كبسة **F2**.



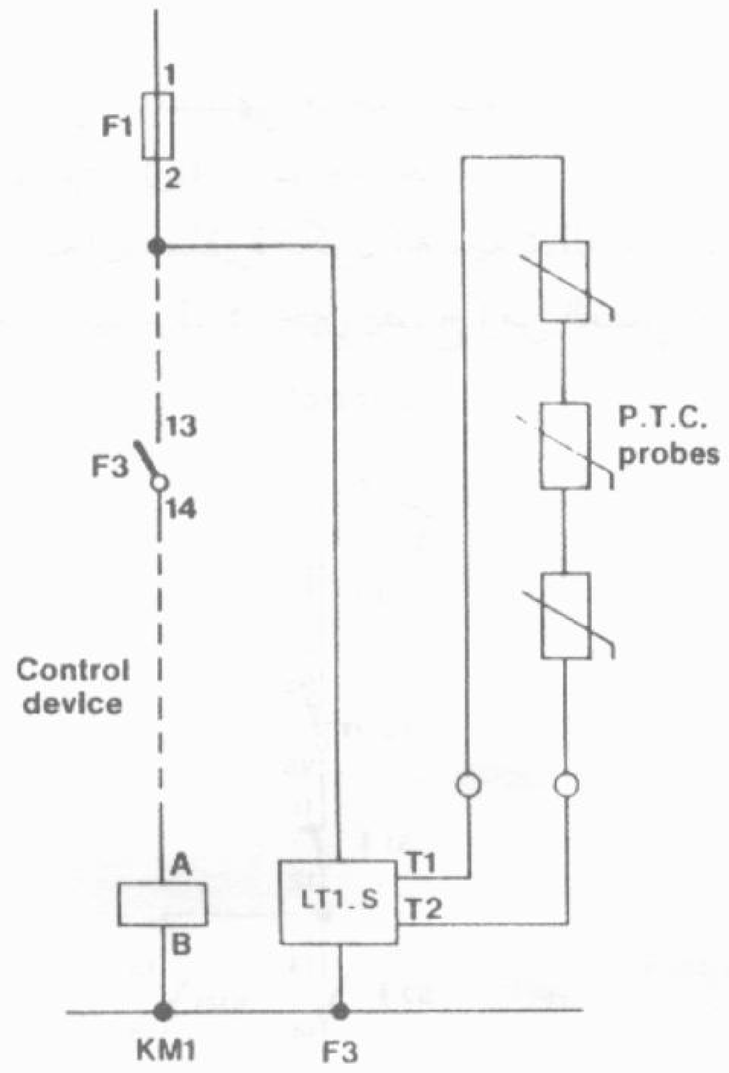
8– الحماية باستخدام مجس ثيرمستر PTC :

تبدل مجسات المزدوجة الحرارية بمجسات الـ **PTC**. فعندما ترتفع درجة حرارة الملفات تزداد قيمة مقاومة المجسات، وعندما تزداد المقاومة عن حد معيّن يفتح تماس حاكمة الحماية الموجود ضمنها مؤدياً إلى فتح الكونتاكتور **KM1** الذي يتحكم بالمحرك.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

تشغيل دارة التحكم :

- التماس **F3(13-14)** مغلق.
- عند ارتفاع درجة الحرارة عن الحد المسموح تزداد مقاومة مجسات الـ **PTC** .
- يفتح التماس **F3(13-14)**.
- يُعاد التماس إلى وضعية الراحة إما يدوياً أو آلياً حسب نوع الدارة بعد أن تبرد الملفات.



٩ – حماية المحركات ذات العطالة الكبيرة :

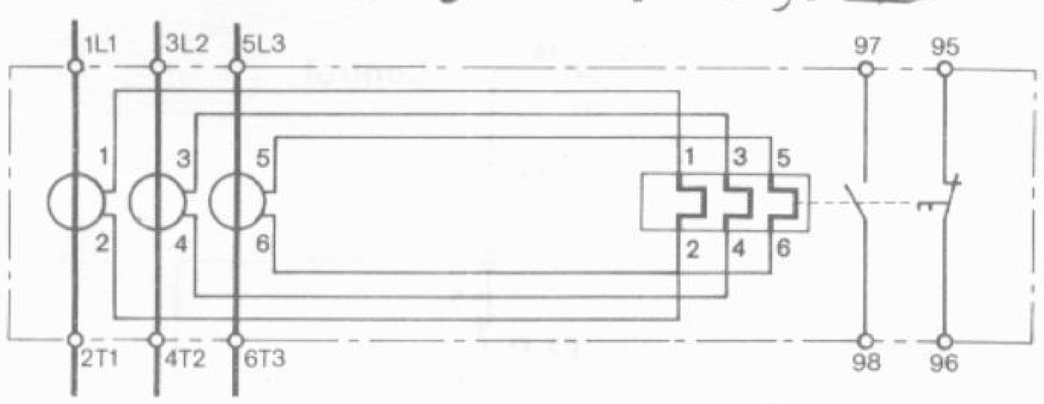
يصعب في بعض الأحيان حماية هذا النوع من المحركات لأن حاكمة زيادة الحمولة الحرارية تفصل قبل إتمام الإقلاع، كما أن استخدام حاكمة كبيرة يسمح في بعض الأحيان بتمرير ذروة تيار الإقلاع، ولكن بعد أن يستقر التيار على قيمته الاسمية تصبح الحماية غير كافية، ومن ثم فإن هذا الحل مرفوض. ويمكن استخدام أحد الحلول البديلة التالية :

أ – استخدام الثيرمستر أداة حماية (راجع الصفحة 60) .

ب– استخدام حاكمة حرارية مغذاة عن طريق ثانوي محول التيار (المخطط **A**) .

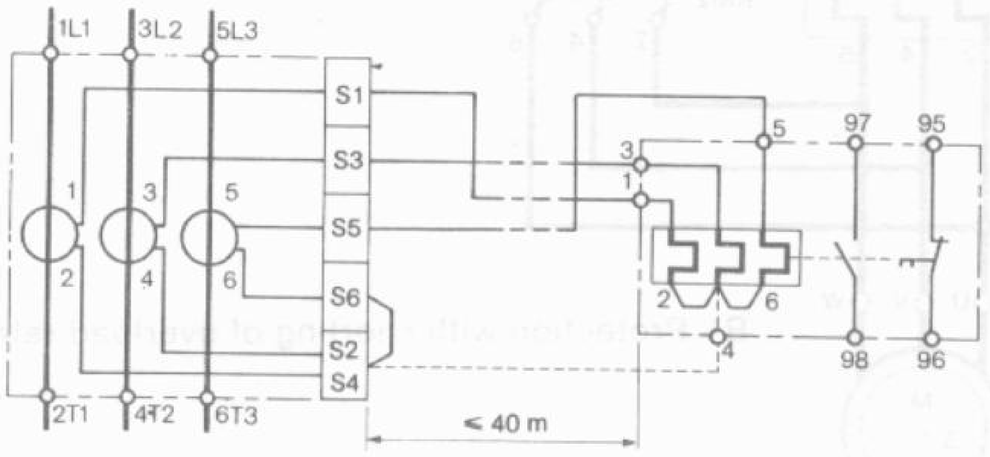
For balanced 3-phase circuits

مخطط دارات ثلاثية ذات حمل متزن



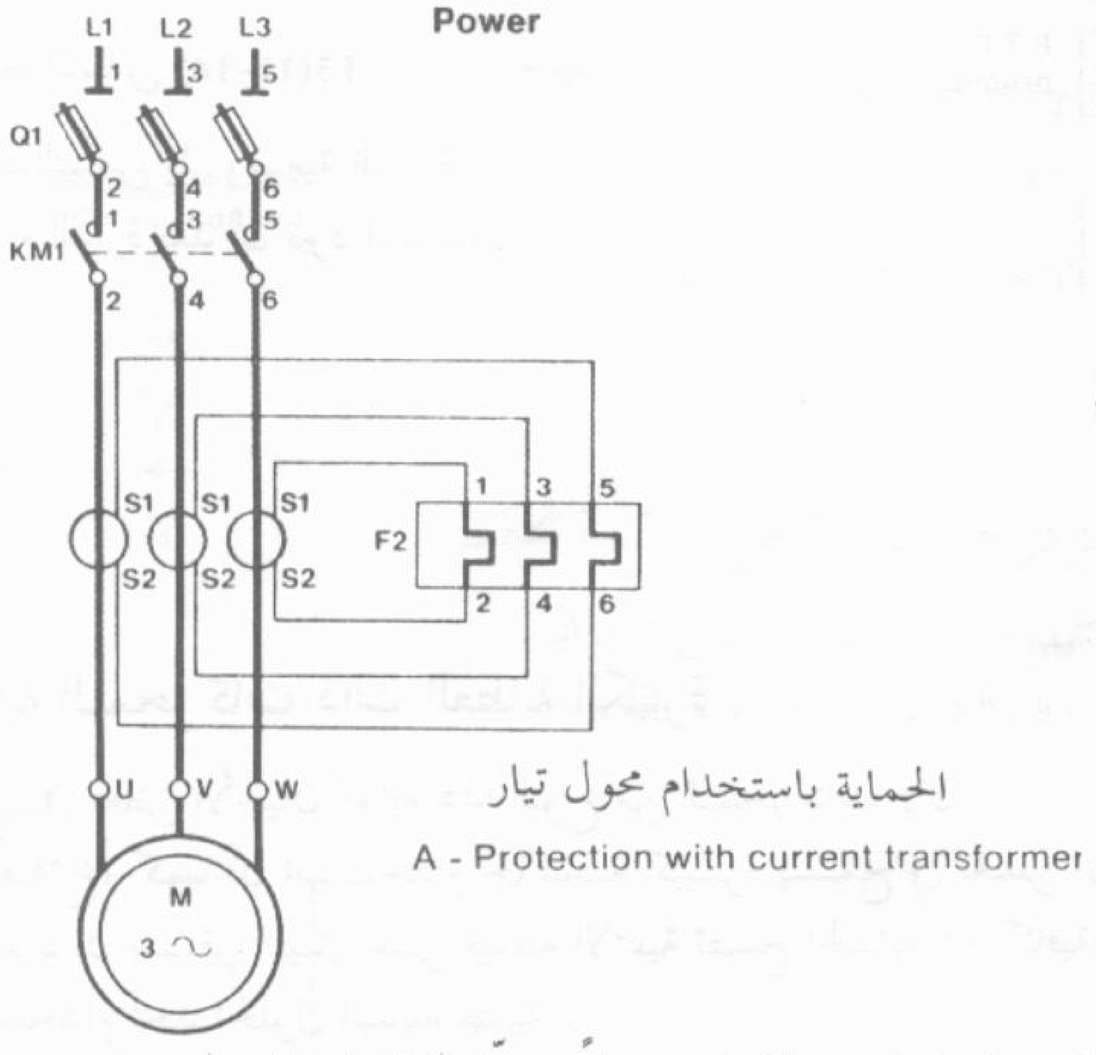
دارة التوصيل عندما تكون حاكمة زيادة الحمولة الحرارية بعيدة عن محولات التيار

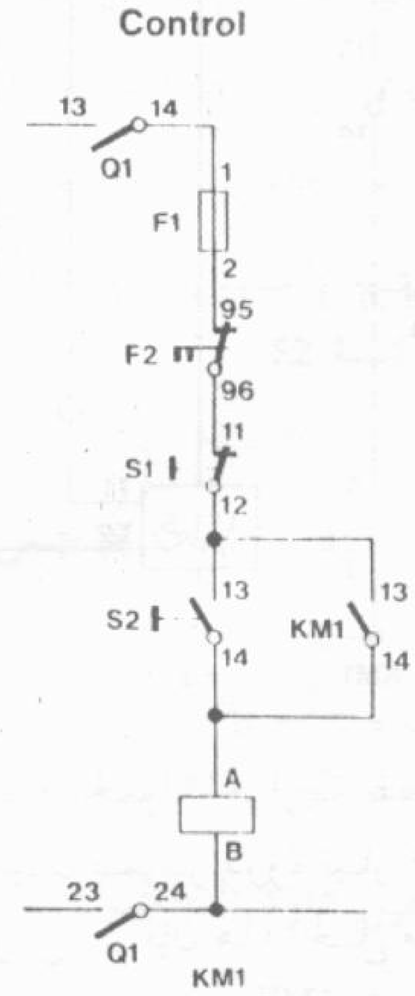
Applications where thermal overload relay mounted remotely from current transformers



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

قبل أن تنتهي مرحلة وصول التيار إلى ذروته أثناء الإقلاع تصبح المحولات في حالة إشباع ، لذلك فإن التيار في المزدوجة الحرارية يزداد بنسبة أقل من نسبة زيادته في الدارة الأساسية. من أجل زيادات الأحمال الصغيرة تكون الحماية مماثلة تماماً للحماية التي نحصل عليها باستخدام حواكم زيادة حمولة حرارية مغذاة مباشرة، في حين يصبح زمن الفصل أطول من أجل تيارات أعلى .



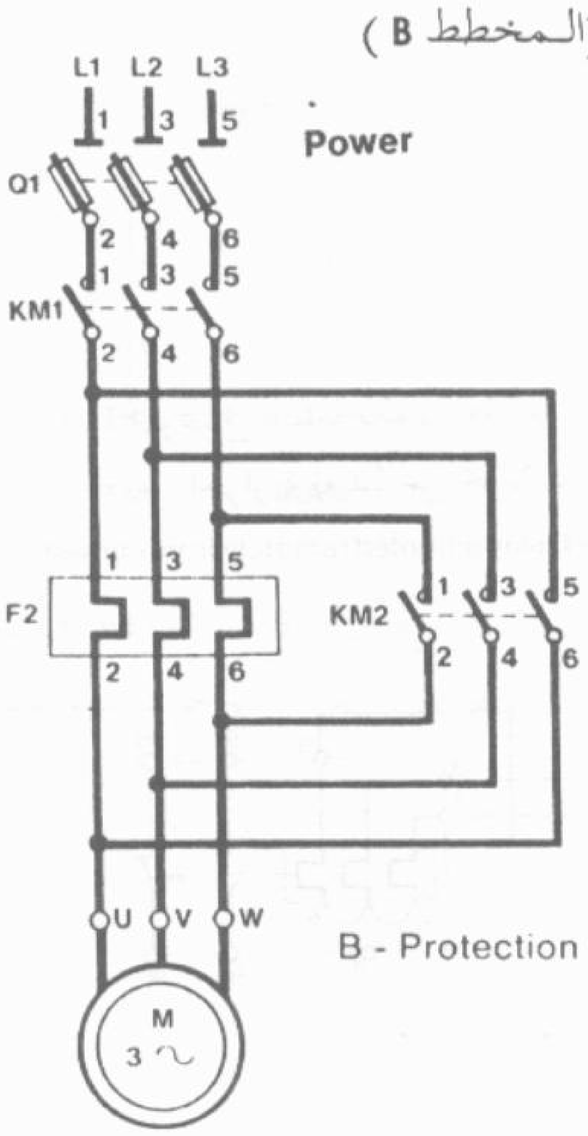


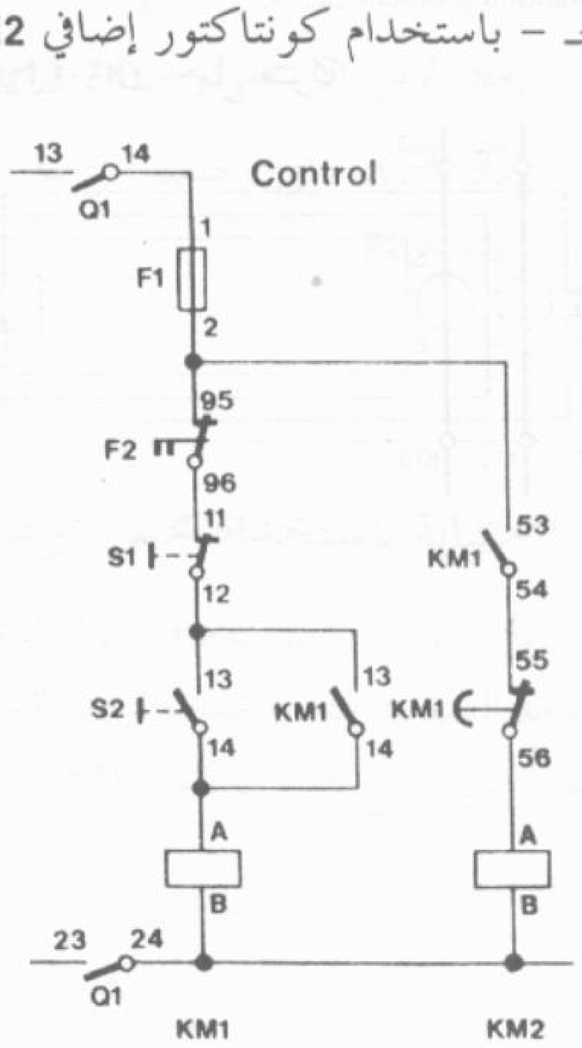
الحماية باستخدام محول تيار

A - Protection with current transformer

وتجدر الإشارة إلى أن الابتدائي في محول التيار هو الخط **L1** مثلاً، ويمثّل لفة واحدة، على حين يوجد عدد كبير من اللفات في الثانوي ، وهذا يوضح أنه لايوجد أي ربط بين لفات الابتدائي ولفات الثانوي.تستخدم هذه المحولات في الدارة التي يراوح تيارها بين **100 – 1000A** .

جـ – باستخدام كونتاكتور إضافي **KM2** يقصر الحاكمة **F2** أثناء الإقلاع (المخطط **B**)





B - Protection with shorting of overload relay

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

يمر التيار في الكونتاكتور **KM2** أثناء الإقلاع، وبعد انتهاء مرحلة الإقلاع يفتح التماس الزمني **KM1(55-56)** الذي يؤدي إلى فتح وشيعة الكونتاكتور **KM2** ومن ثم يمر التيار عن طريق الحاكمة **F2** في دارة الاستطاعة.

تجدر الإشارة إلى أن فواصم الـ **HRC** تحمي المحركات ضد القصر أثناء مدة الإقلاع وأثناء التشغيل الطبيعي مهما تعددت طرق الحماية لهذا النوع من المحركات .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الملحقات ANNEXES

1- زمرة التشغيل Duty Category

نحتاج إلى معرفة زمرة التشغيل لنتمكن من اختيار الكونتاكتور المناسب والقاطع الحراري و/أو المغناطيسي المناسب للحمل، لأن زمر التشغيل تلحظ التيار الذي يستطيع الكونتاكتور والقاطع الحراري و/أو المغناطيسي إمراره أو فصله أثناء عمليات التشغيل المختلفة في حالة الحمل ، ويعتمد هذا على :

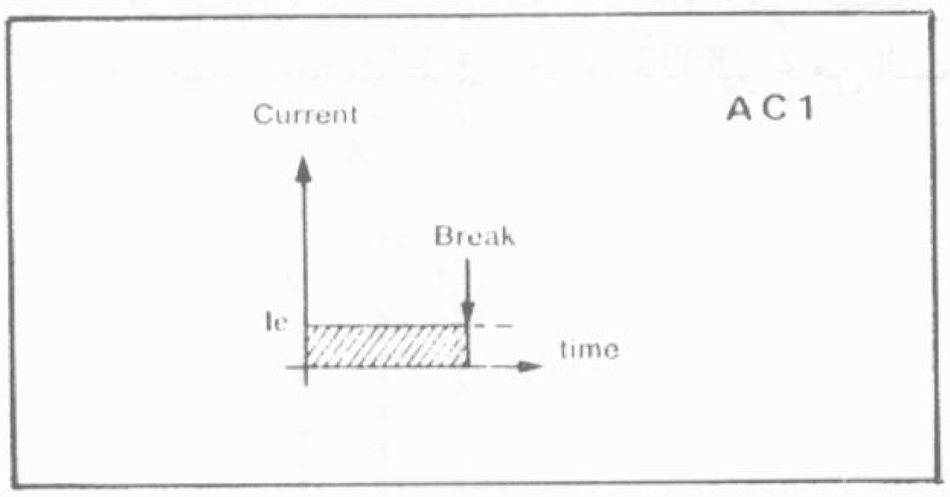
- نوع الدارة : محرك ذو قفص سنجابي ، محرك ذو حلقات انزلاق ، تدفئة ، إنارة ....
- الظروف التي يعمل بها القاطع : تشغيل عادي ، فرملة محرك ، إقلاع ..

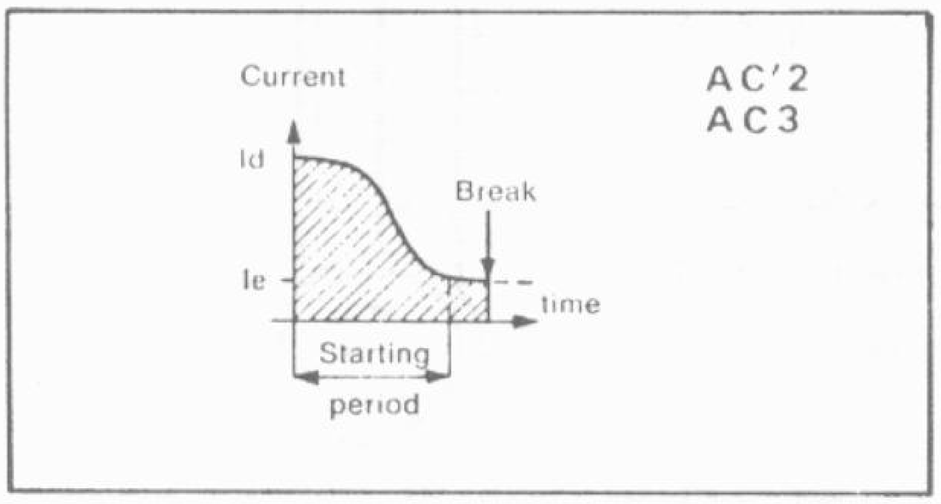
ويبين الجدول التالي مواصفات الاختبار المتعلقة بزمر التشغيل العادي حيث :

I_e : التيار المستجر (الاسمي) .

I_d : تيار إقلاع المحرك .

U_e : التوتر المطبق .





Application characteristics	Categories	Making and breaking conditions corresponding to normal operation			
		Making		Breaking	
		I	U	I	U
Resistances (non-inductive loads)	AC1	Ie	Ue	Ie	Ue
Slip ring motors: break with motor running break with motor stalled	 AC'2 AC2	 2,5 Ie 2,5 Ie	 Ue Ue	 Ie 2,5 Ie	 0,4 Ue Ue
Squirrel cage motor: break with motor running break with motor stalled	 AC3 AC4	 6 Ie 6 Ie	 Ue Ue	 Ie 6 Ie	 0,17 Ue Ue

الزمرة AC 1 :

تنطبق هذه الزمرة على أحمال التيار المتناوب ذات عامل الاستطاعة الذي يحقق العلاقة :

$\cos\Phi \geq 0.95$ عامل الاستطاعة .

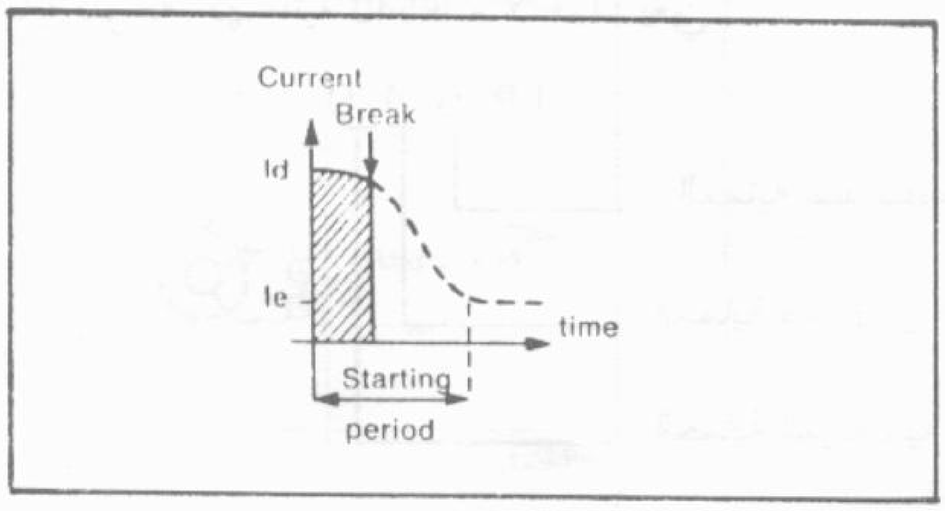
الزمرة AC ' 2 :

تنطبق هذه الزمرة على المحركات ذات حلقات الانزلاق والتي يتوقف فيها مرور التيار أثناء الإقلاع، ويمرر الكونتاكتور عند الإغلاق تياراً يعادل ضعف التيار الاسمي، ولمعرفة قيمة التيار بدقة يجب معرفة قيمة مقاومة دارة الجزء الدائر. وعند الفتح يفصل الكونتاكتور تياراً يعادل التيار الاسمي، أما التوتر فهو الذي يظهر على نهاياته ويعتمد على قيمة الـ e.m.f. العكسية للمحرك .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

الزمرة AC 3 :

وهي تتعلق بالمحركات ذات القفص السنجابي والتي يتوقف فيها مرور التيار أثناء الإقلاع، ويمرر الكونتاكتور عند الإغلاق تيار إقلاع يعادل **7–5** أضعاف التيار الاسمي . وعند الفتح يفصل الكونتاكتور تياراً يعادل التيار الاسمي، أما التوتر عند هذه اللحظة على نهاياته فهو من مرتبة **20 %** من التوتر الأساسي.في هذه الزمرة يمكن أن يكون عدد مرات التشغيل كبيراً، أما عدد مرات الفصل فيبقى بسيطاً. وقد صممت هذه الكونتاكتورات أيضاً لتتحمل عدداً محدوداً من مرات الفصل لتيار إقلاع المحركات (الزمرة **AC 4**).



الزمرة AC2 :

هذه الزمرة تشمل الإقلاع، والفرملة بطريقة عكس التيار، والتشغيل لمدد متقطعة للمحركات ذات حلقات الانزلاق (دائر ملفوف). يمرر الكونتاكتور عند الإغلاق تيار إقلاع يعادل ضعف التيار الأسمي، وعند الفتح يفصل الكونتاكتور تياراً يعادل تيار الإقلاع عند توتر يساوي التوتر الأساسي؛ وكلما زاد التوتر انخفضت سرعة المحرك، لذلك تكون قيمة الـ **e.m.f** العكسية صغيرة،ويكون الفصل صعباً.

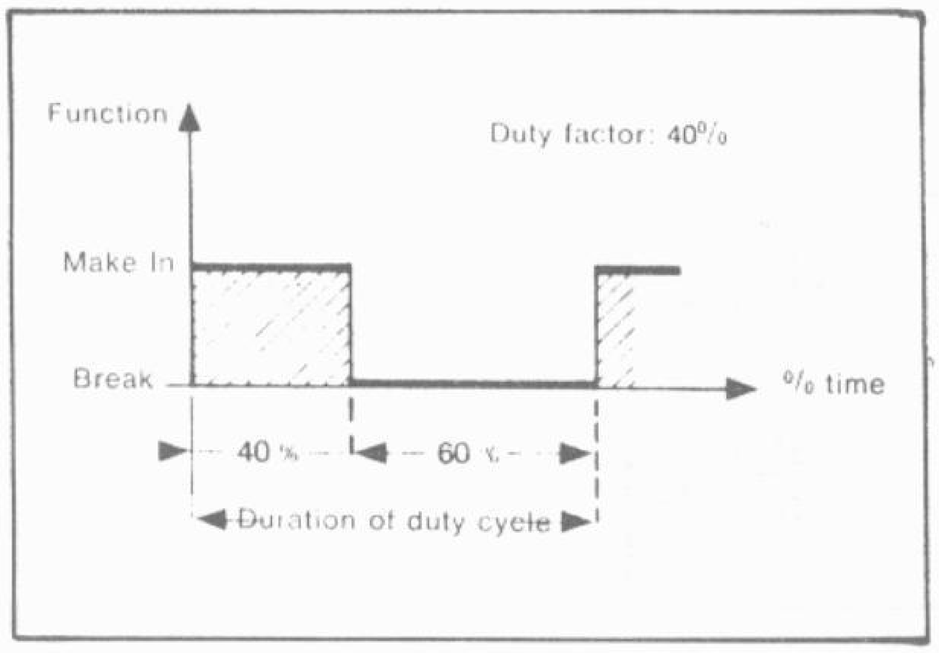
الزمرة AC4 :

هذه الزمرة تشمل الإقلاع، والفرملة بطريقة عكس التيار، والتشغيل لفترات متقطعة للمحركات ذات حلقات الانزلاق، يمرّر الكونتاكتور عند الإغلاق تيار إقلاع يعادل **7–5** أضعاف التيار الاسمي كما يفتح بقيمة تيار الإقلاع نفسها وبتوتر مساوٍ للتوتر الأساسي، ويكون الفصل خطيراً. وبشكل عام فإن هذه الزمرة مخصصة لعمليات الفصل والوصل المتكرر خلال زمن قصير.

وتجدر الإشارة إلى أن الزمرة **AC1** و **AC2** هي الأكثر شيوعاً في التطبيقات العملية .

معدّل التشغيل الأعظمي :

يعرّف معدل التشغيل الأعظمي بأنه عدد مرات التشغيل الأعظمي بالساعة المطلوب من الكونتاكتور مع أخذ عامل تشغيل **40 %** . فمثلاً إن معدل تشغيل مقداره **10800**/ساعة يقابل **3** مرات تشغيل بالثانية.

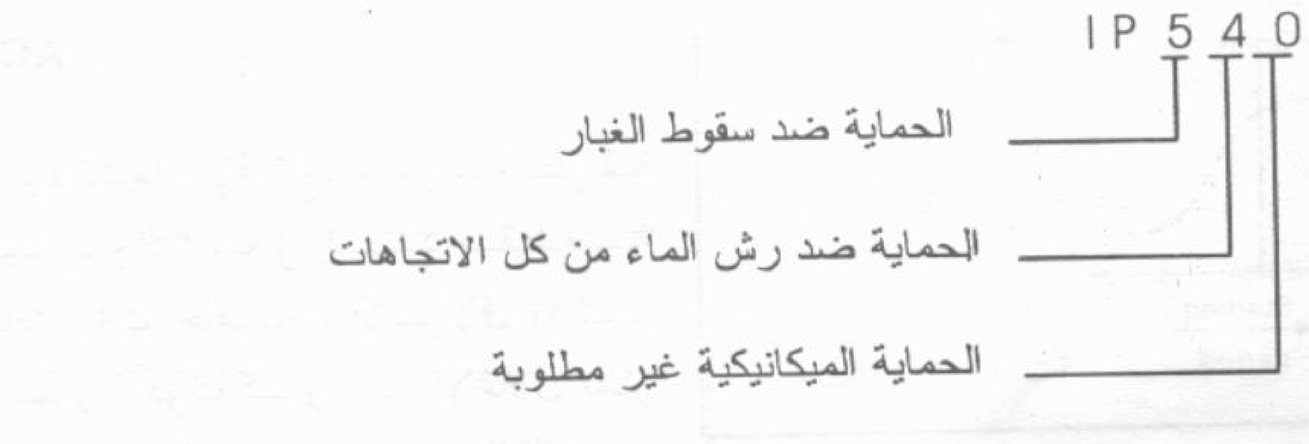


PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

2- درجة الحماية Index of Protection IP

تُعرّف درجة الحماية ضد تلامس الأجسام الغريبة والماء للتجهيزات والوحدات الكهربائية التي تعمل على توتر يصل حتى **1000V** متناوب و **1500V** مستمر حسب الأنظمة العالمية **IEC529** ، **BS5490**، **NFC20010** ، **DIN40050** حيث يستخدم حرفا دلالة **IP** يتبعهما عددان أو ثلاثة أعداد تمثل درجة الحماية، ويمكن معرفة معنى هذه الأعداد من الجدول المرافق .

وتبرز أهمية درجة الحماية هذه عند دراسة المواصفات الفنية للتجهيزات الكهربائية، فعندما يطلب درجة حماية للوحة كهربائية **IP540** مثلاً فهذا يعني :



PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

حدول درجة الحماية IP

رقم الدلالة الثالث			رقم الدلالة الثاني			رقم الدلالة الأول		
الحماية الميكانيكية		IP	الحماية ضد السوائل		IP	الحماية ضد الأجسام الصلبة		IP
لايوجد حماية		0	لايوجد حماية		0	لايوجد حماية		0
الحماية ضد صدمة قوتها 0.225 جول	150 g 15 cm	1	الحماية ضد سقوط الماء شاقولياً		1	الحماية ضد الأجسام الأكبر من 50 ملم (مثال اللمس باليد)	Ø 50 mm	1
الحماية ضد صدمة قوتها 0.5 جول	250 g 20 cm	3	الحماية ضد سقوط الماء بشكل مائل بزاوية 15° عن الشاقول		2	الحماية ضد الأجسام الأكبر من 12 ملم (مثال اللمس بالإصبع)	Ø 12 mm	2
الحماية ضد صدمة قوتها 2 جول	500 g 40 cm	5	الحماية ضد سقوط الماء بشكل مائل بزاوية 60° عن الشاقول		3	الحماية ضد الأجسام الأكبر من 2.5 ملم (مثال : سلك أو أداة)	Ø 2,5 mm	3
الحماية ضد صدمة قوتها 6 جول	1.5 kg 40 cm	7	الحماية ضد رش الماء من كل الاتجاهات		4	الحماية ضد الأجسام الأكبر من 1 ملم (مثال سلك صغير)	Ø mm	4
الحماية ضد صدمة قوتها 20 جول	5 kg 40 cm	9	الحماية ضد الماء المصوّب من فوهة في كل الاتجاهات		5	الحماية ضد سقوط الغبار (لايوجد أذى من السقوط)		5
رقم الدلالة الثالث مأخوذ من النظام الفرنسي NCF 20010			الحماية ضد الماء المصوّب من فوهة بقوة وفي كل الاتجاهات		6	الحماية ضد دخول الغبار بشكل كامل		6
			الحماية ضد الغطس بالماء	1 m	7			
			الحماية ضد الغمر الكلي بالماء	m	8			

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

3- جدول اختيار أجهزة الحماية

الاختيار / أداة الحماية	الحماية ضد زيادة الحمولة	الحماية ضد دارات القصر	حماية الأشخاص والتجهيزات	الحماية ضد انقطاع طور	حماية المحركات ذات العطالة الكبيرة
الفواصم	–	نعم	–	–	–
	–	نعم	الحماية تتطلب استخدام مخطط خاص	–	–
قواطع العزل	–	نعم	–	–	–
	–	نعم	–	–	–
قواطع العزل المزودة بفواصم	–	نعم	نعم	نعم*	–
	–	نعم	نعم	نعم*	–
حواكم زيادة الحمولة الحرارية	–	–	–	–	الحماية تتطلب استخدام مخطط خاص
الحواكم الحرارية المغناطيسية	نعم	نعم**	–	–	الحماية تتطلب استخدام حاكمة خاصة
مجسات الثرمستر	نعم حماية مباشرة	–	–	نعم	نعم
حواكم زيادة الحمولة المغناطيسية اللحظية	نعم	نعم**	–	–	–
حواكم الـ HRC المثبتة على الكونتاكتور	–	نعم	–	–	–
	–	نعم	–	–	–

الأجهزة التي تعمل يدويا

* إذا كانت حالة انقطاع طور ناتجة عن انصهار فاصمة والوحدة مجهزة بأداة تمنع التشغيل على طورين.

** إذا كانت أداة الحماية موضوعة مع كونتاكتور ذي استطاعة كافية للوصل والفصل .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

4- جدول النظم الدولية المستخدمة في دول العالم International Ragulations

Abbreviation	Title in full	Country
ABS	American Bureau of Shipping	USA
AEI	Associazione Elettrotecnica Italiana	Italy
ANSI	American National Standards Institute	USA
AS	Australian Standard	Australia
ASTM	American Society for Testing and Materials	USA
BS	British Standard	Great Britain
BV	Bureau Veritas	France
CEBEC	Comité Electrotechnique Belge /Belgisch Elektrotechnisch Comite	Belgium
CEC	Canadian Electrical Code	Canada
CEE	Commission on Rules for the Approval of Electrical Equipment	–
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano	Italy
CEMA	Canadian Electrical Manufacturer's Association	Canada
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique	–
CISPR	International Special Commitee Radio Interference	–
CNOMO	Kommission zur Normung von Werkzeugen und Werkzeugmaschinen in der französichen Automobilindustrie	France
CSA	Canadian Standards Association	Canada
DEMKO	Danmarks Elektriske Materielkontrol	Denmark
DIN	Deutsches Institut für Normung	Germany
EEMAC	Electrical and Electronic Manufacturers Association of Canada	Canada
EN	Europäische Normen	–
GL	Germanischer Lloyd	Germany
IEC	International Electrotechnical Commission	–
IS	Indian Standard	India
ISO	International Organization for Standardization	–
JEM	Japanese Electrical Manufacturer's Association	Japan
JIC	Joint Industrial Council	USA
JIS	Japanese Industrial Standard	Japan
LRS	Lloyd's Register of Shipping	Great Britain
MITI	Ministry of International Trade and Industry	Japan
NAMUR	Normen-Arbeitsgemeinschaft Meß- und Regeltechnik in der chemischen Industrie	Germany
NBN	Norme Belge – Belgische Norm	Belgium
NEC	National Electrical Code	USA
NEMA	National Electrical Manufacturer's Association	USA
NEMKO	Norges Elektriske Materiellkontroll	Norway
NEN	Nederlandse Norm	Netherlands
NF	Normes Françaises	France
NFPA	National Fire Protection Association	USA
NK	Nippon Kogyo	Japan
NV	Norske Veritas	Norway
OSHA	Occupational Safety and Health Act	USA
ÖVE	Österreichischer Verband für Elektrotechnik	Austria
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt	Germany
RINA	Registro Italiano Navale	Italy
SABS	South African Bureau of Standards	South Africa
SEMKO	Svenska Elektriska Materielkontrollanstalten	Sweden
SEN	Svensk Standard	Sweden
SEV/ASE	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein/Association Suisse des Electriciens	Switzerland
SJ	Sähkötarkastuslaitoksen Julkaisuja	Finland
SUVA	Schweizerische Unfall-Verhütungs-Anstalten	Switzerland
UL	Underwriter's Laboratories Inc.	USA
UTE	Union Technique de l'Electricité	France
UVV	Unfall-Verhütungsvorschriften	Germany
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker	Germany
VIK	Vereinigung Industrielle Kraftwirtschaft	Germany

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

5- جدول وحدات القياس الدولية

VALUES AND UNITS OF MEASURE			
Value Name	Symbol	**Unit** Name	Symbol
Linear acceleration	a or g	Meters per second squared	m/s^2
Phase angle	α	Radian	rad
		Degree (of arc)	...°
		Minute (of arc)	...'
		Second (of arc)	..."
Capacitance	C	Farad	F
Time constant	τ	Second	s
Current density	J	Ampere per square meter	A/m^2
Diameter	d	Meter	m
Potential difference	U	Volt	V
Heating	$\Delta\theta$	Kelvin or degree Celsius	K ou °C
Energy	E ou W	Joule	J
Thickness	d	Meter	m
Magnetic flux	Φ	Weber	Wb
Force	F	Newton	N
Electromotive force	E	Volt	V
Frequency	f	Hertz	Hz
Frequency of rotation	n	Revolutions per minute	r/min
Slip	s		1
Height	h	Meter	m
Impedance	Z	Ohm	Ω
Inductance	L	Henry	H
Induction	B	Tesla	T
Mutual inductance	M	Henry	H
Magnetic field intensity	H	Ampere per meter	A/m
Current	I	Ampere	A
Width	b	Meter	m
Length	l	Meter	m
Weight or mass	m	Kilogram	kg
Turning moment	T	Meter newton	N.m
Moment of force	M	Meter - new on	N.m
Pressure	p	Pascal bar, etc.	Pa
Depth	h	Meter	m
Active power	P	Watt	W
Apparent power	S	Volt-ampere	VA
Reactive power	Q	Var	VAR
Quantity of heat	Q	Joule	J
Quantity of electricity	Q	Coulomb	C
Radius	r	Meter	m
Reactance	X	Ohm	Ω
Reluctance	Rm	1 per henry	H^{-1}
Efficiency	η		1
Resistance	R	Ohm	Ω
Resistivity	ρ	Ohm meter	$\Omega.m$
Surface (area)	A	Square meter	m^2
Temperature Celsius	θ	Degree Celsius	°C
Absolute temperature	T	Kelvin	K
Time	t	Second	s
		Minute	min
		Hour	h
		Day	d

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

VALUES AND UNITS OF MEASURE (cont'd)			
Value Name	**Symbol**	**Unit Name**	**Symbol**
Voltage	U	Volt	V
Work	W	Joule	J
Angular velocity	φ	Radian per second	rad/s
Linear velocity	v	Meter per second	m/s
Volume	V	Cubic meter	m^3
References: International Units System (SI): I.E.C. Document 27 (1971), etc.			

SUB-MULTIPLES OF UNITS			MULTIPLES OF UNITS		
Prefix	**Symbol preceding the unit**	**Multiplication factor**	**Prefix**	**Symbol preceding the unit**	**Multiplication factor**
déci	d	10^{-1}	déca	da	10^{1}
centi	c	10^{-2}	hecto	h	10^{2}
milli	m	10^{-3}	kilo	k	10^{3}
micro	μ	10^{-6}	méga	M	10^{6}
nano	n	10^{-9}	giga	G	10^{9}
pico	p	10^{-12}	téra	T	10^{12}
Examples: Five nanofarads = 5 nF = 5.10^{-9}F Two milliamperes = 2 mA = 2.10^{-3}A Eight micrometers = 8 μm = 8.10^{-6}m			**Examples:** Two megajoules = 2 MJ = 2.10^{6}J One gigawatt = 1 GW = 10^{9}W Three kilohertz = 3 kHz = 3.10^{3}Hz		

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

6- جدول قيم الحمل الكامل للمحركات ذات القفص السنجابي

3 phase 4 pole 50/60 Hz motors

kW	*hp*	220 V A	380 V A	415 V A	440 V A	500 V A	660 V A	1000 V A
0.37	*0.5*	1.8	1.03	–	0.99	1	0.6	0.4
0.55	*0.75*	2.75	1.6	–	1.36	1.21	0.9	0.6
0.75	*1*	3.5	2	2	1.68	1.5	1.1	0.75
1.1	*1.5*	4.4	2.6	2.5	2.37	2	1.5	1
1.5	*2*	6.1	3.5	3.5	3.06	2.6	2	1.3
2.2	*3*	8.7	5	5	4.42	3.8	2.8	1.9
3	*4*	11.5	6.6	6.5	5.77	5	3.8	2.5
3.7	*5*	13.5	7.7	7.5	7.1	5.9	4.4	3
4	*5.5*	14.5	8.5	8.4	7.9	6.5	4.9	3.3
5.5	*7.5*	20	11.5	11	10.4	9	6.6	4.5
7.5	*10*	27	15.5	14	13.7	12	8.9	6
9	*12*	32	18.5	17	16.9	13.9	10.6	7
10	*13.5*	35	20	–	–	15	11.5	7.5
11	*15*	39	22	21	20.1	18.4	14	9
15	*20*	52	30	28	26.5	23	17.3	12
18.5	*25*	64	37	35	32.8	28.5	21.3	14.5
22	*30*	75	44	40	39	33	25.4	17
25	*35*	85	52	47	45.3	39.4	30.3	20
30	*40*	103	60	55	51.5	45	34.6	23
33	*45*	113	68	60	58	50	39	25
37	*50*	126	72	66	64	55	42	28
40	*54*	134	79	71	67	60	44	30
45	*60*	150	85	80	76	65	49	33
51	*70*	170	98	90	83	75	57	38
55	*75*	182	105	100	90	80	61	40
59	*80*	195	112	105	97	85	66	43
63	*85*	203	117	115	109	89	69	45
75	*100*	240	138	135	125	105	82	53
80	*110*	260	147	138	131	112	86	57
90	*125*	295	170	165	146	129	98	65
100	*136*	325	188	182	162	143	107	71
110	*150*	356	205	200	178	156	118	78
129	*175*	420	242	230	209	184	135	85
132	*180*	425	245	240	215	187	140	90
140	*190*	450	260	250	227	200	145	95
147	*200*	472	273	260	236	207	152	100
150	*205*	483	280	270	246	210	159	102
160	*220*	520	300	280	256	220	170	115
180	*245*	578	333	320	289	254	190	135
185	*250*	595	342	325	295	263	200	138
200	*270*	626	370	340	321	281	215	150
220	*300*	700	408	385	353	310	235	160
250	*340*	800	460	425	401	360	274	200
257	*350*	826	475	450	412	365	280	203
280	*380*	900	510	475	450	400	305	220
295	*400*	948	546	500	473	416	320	227
300	*410*	980	565	510	481	420	325	230
315	*430*	990	584	535	505	445	337	239
335	*450*	1100	620	550	518	472	355	250
355	*480*	1150	636	580	549	500	370	262
375	*500*	1180	670	610	575	527	395	273
400	*545*	1250	710	650	611	540	410	288
425	*580*	–	760	690	650	574	445	302
445	*600*	–	790	730	680	595	455	317
450	*610*	–	800	740	690	608	460	320
475	*645*	–	850	780	730	645	485	335
500	*680*	–	900	820	780	680	515	350

إن القيم المذكورة أعلاه أُعطيت للدلالة، ويمكن أن تتغير بحسب نوع المحرك والشركة الصانعة .

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

7- الإسعافات الأولية للمصاب بالصدمة الكهربائية

- لاتلمس المصاب بيد غير معزولة قبل فصل دارة الناقل الكهربائي الملامس للمصاب.
- افصل الكهرباء إن أمكن، وإلا يجب حماية نفسك بمادة عازلة جافة، ومن ثم سحب المصاب بعيداً عن الناقل.

طريقة التنفس الصناعي

1 - مدِّد المصاب على ظهره ،ويداه على جانبيه بحيث تكون المعدة على مستوى أخفض من الصدر، وافحص الفم والحلق بحيث لايوجد مايعيق التنفس.

FIG. 1

2 - اركع بجانب المصاب وضع إحدى يديك تحت رقبته والأخرى على أعلى رأسه (الشكل 1).

ارفع الرقبة واخفض الرأس باتجاه الظهر بقدر الإمكان لفتح مسار هواء التنفس.

FIG. 2

3 - حرّك يديك من تحت الرقبة وضعها على ذقن المصاب وضع الإبهام بين الفم والذقن والسبابة على طول الفك (الشكل 2).

4 - اضغط بالابهام لابقاء شفتي المصاب مغلقة تماماً وانفخ بفمك في أنف المصاب (الشكل 3).

FIG. 3

5 - بعد النفخ استدر برأسك وانظر إلى صدر المصاب ولاحظ هبوطه، إذا لم يدخل هواء إلى الرئتين فقد يكون الأنف مسدوداً ويجب فتح فم المصاب قدر الامكان والنفخ فيه، استدر برأسك ولاحظ هبوط الصدر. يمكن أن يكون النفخ في الفم بديلاً عن النفخ في الأنف مع مراعاة سد الأنف أثناء ذلك باليد الأخرى .

FIG. 4

يجب المحافظة على وضعية رأس المصاب مائلاً باتجاه الظهر قدر الإمكان.

6 - ابدأ بأربع حركات تنفس عميقة سريعة وتابع ذلك بمعدل 12 حركة تنفس بالدقيقة إلى أن يصحو المصاب أو يحضر الطبيب.

7 - عند وجود أذى في الوجه فقد يكون من الضروري استخدام الطريقة اليدوية للإنعاش.

8 - من الضروري البدء بالإنعاش دون تأخير والإرسال في طلب مساعدة طبية فورية.

معالجة الحروق

إذا كان المصاب يعاني من حروق فيجب مراعاة مايلي دون توقيف الإنعاش :

1 - لا تحاول نزع الملابس الملتصقة بالحروق.

2 - إذا لم يعد المصاب بحاجة إلى إنعاش فيجب تغطية الجروح بملابس جافة .

3 - يجب عدم استعمال الزيوت أو الشحوم بجميع أشكالها.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

References المراجع

1 - Wiring Products And Industrial Equipment, ***Legrand*** 90/91 Catalogue .

2 - Rex Time Switches , ***Legrand*** 90/91 Catalogue .

3 - Miscellaneous Contracting Products , ***Legrand*** 90/91 Catalogue .

4 - ***Siemense*** , Electrical Installations Handbook, Volume 1 & 2 , HEYDEN , 1979

5 - Technical Information ***Klockner Moeller***, HPL-TI 9/82 Supplement to the Main Catalogue .

6 - *Practical Aspects* of Electric Motor Controls, ***Telemecanique*** December 1984

7 - ***Klockner Moeller*** Wiring Manual 10/88 .

8 - International Catalogue 1983-1984 ***Telemecanique*** .

9 - ***Staefa*** Control System , Symbols And SI-units .

10 - Multi9 Cataogue , ***Merlin Gerin*** 1986

11 - Royal Life Saving Society .

12- **الإلكترونيات الصناعية** ، كلية الهندسة الـميكانكية والكهربائية د. فاروق الدريعي، طبعة 1991- 1990

13- **البطاريات** "المدخرات" ، المهندس محمد رضوان شويكاني ، الطبعة الأولى 1989

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version http://www.fineprint.com