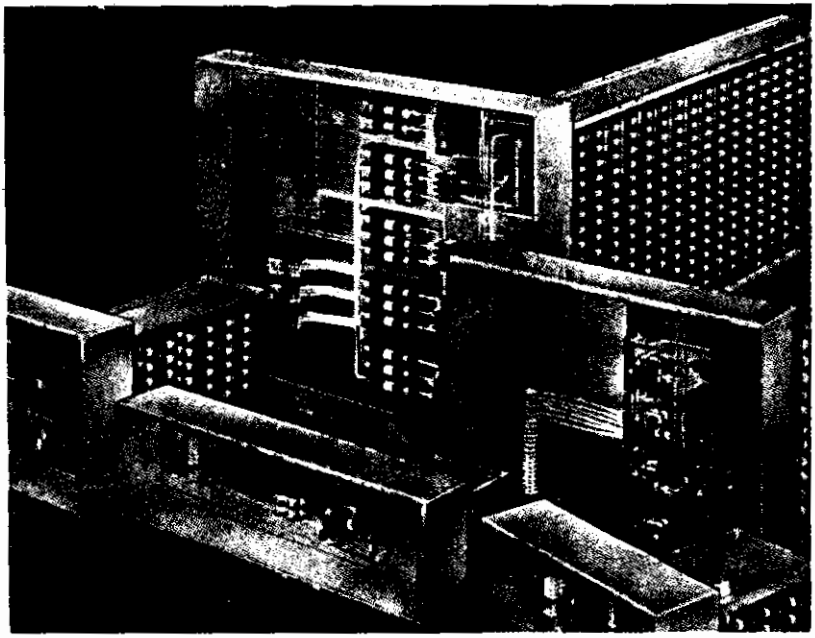
الفصل السابع



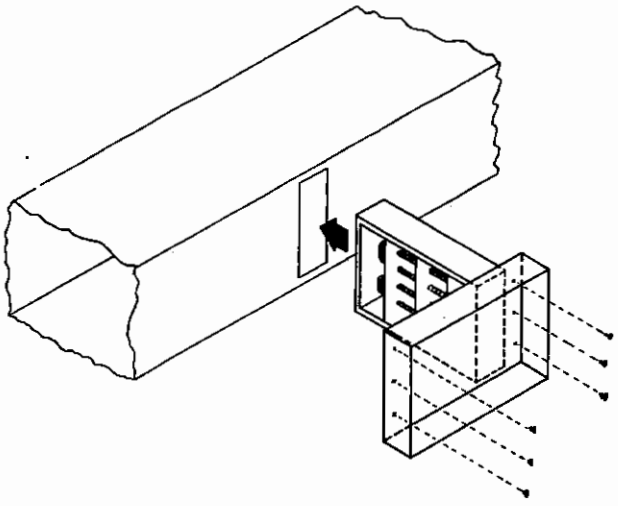
التدفئة الكهربائية فى عمليات تكييف الهواء

التدفئة الكهربائية فى عمليات تكييف الهواء

فى هذا الفصل من الكتاب سنتكلم بوجه خاص عن استخدام المسخنات الكهربائية الأنبوبية ذات الزعانف التى تركب بمجارى الهواء (Finned Tublar Electric Duct Heaters) وذلك لتدفئة الهواء فى عمليات تكييف الهواء المختلفة .

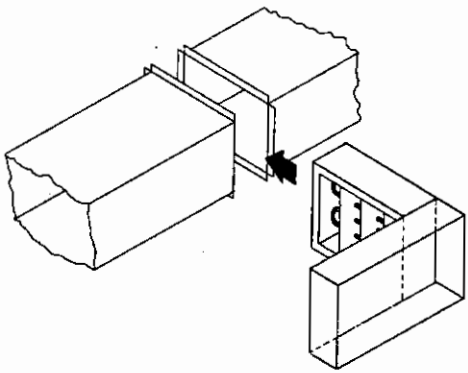
أنواع المسخنات الكهربائية التى تركب بمجارى الهواء :

يوجد نوعان من المسخنات الكهربائية التى تركب عادة بمجارى الهواء . النوع الأول منها هو الطراز الذى ينزلق (Slip-in-Type) خلال فتحة مستطيلة تفتح بجانب من مجرى الهواء يظهر شكله فى الرسم رقم (٧ – ١) .

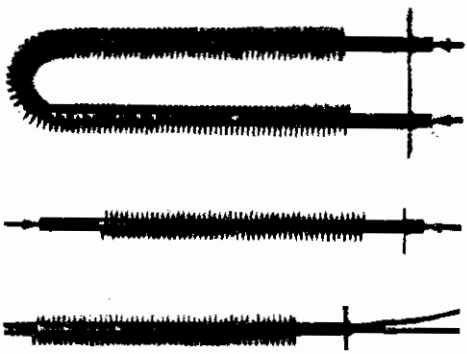


رسم رقم (٧–١) – المسخن الكهربائى من الطراز الذى ينزلق
خلال فتحة مستطيلة تفتح بجانب من مجرى الهواء

والنوع الثانى . هو من الطراز ذى البرواز (Flanged Type) والذى له أبعاد وجه تطابق تماما الأبعاد الداخلية لمجرى الهواء التى سيركب بها ويظهر شكله فى الرسم رقم (٧ – ٢) هذا ويجب أن يطابق برواز المسخن نفسه البرواز الخارجى الموجود بفتحة تركيب المسخن بمجرى الهواء وتشتمل هذه المسخنات على وحدات أنبوبية تتركب من ملفات أسلاك تسخين ذات مقاومة عالية (تصنع عادة من سبيكة تحتوى على ٨٠ ٪ نيكل و ٢٠ ٪ كروم) تركب بدقة فى منتصف أنبوبة من الصلب تملأ بحبيبات أوكسيد المغنسيوم . والرسم رقم (٧ –٣) يبين الأشكال المختلفة التى تصنع بها هذه الوحدات .



رسم رقم (٧ –٣) – الأشكال المختلفة التى تصنع بها وحدات التسخين الأنبوبية

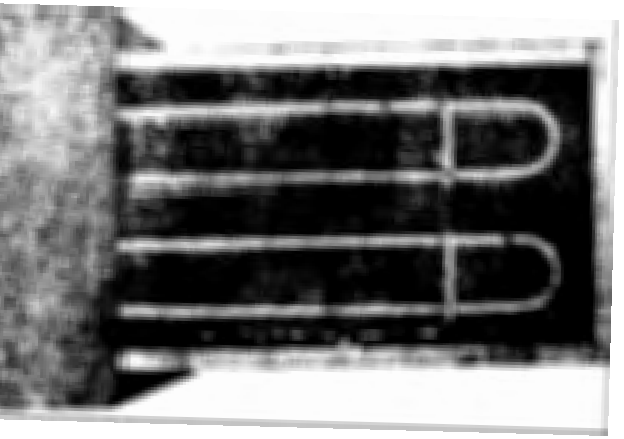


رسم رقم (٧ –٢) – المسخن الكهربائى من الطراز ذى البرواز الذى له أبعاد وجه تطابق تماماً الأبعاد الداخلية لمجرى الهواء

أجهزة الوقاية من الارتفاع الشديد فى درجة حرارة المسخن :

يركب بكل مسخن ثلاثة أنواع من أجهزة الوقاية من الارتفاع الشديد فى درجة حرارة المسخن (Overtemperature Protection) النوع الأول منها هو من طراز القاطع الحرارى ذى القرص (Disc-type Thermal Cut Out) يركب فى البرواز بالجهة العلوية من المسخن كما هو ظاهر بالرسم رقم (٧ – ٤) ويعمل على وقاية المسخن من الارتفاع الشديد فى درجة حرارته والذى قد يحدث بسبب وجود عارض فى سريان الهواء خلال المسخن . هذا والقاطع يتركب من قرص يصنع من معدنين مختلفين ويعيد قفل نفسه أوتوماتيكيا عندما تنخفض درجة حرارة المسخن إلى معدلها المأمون .

رسم رقم (٧-٤) - القاطع الحرارى ذى القرص الذى يركب فى البرواز العلوى من المسخن

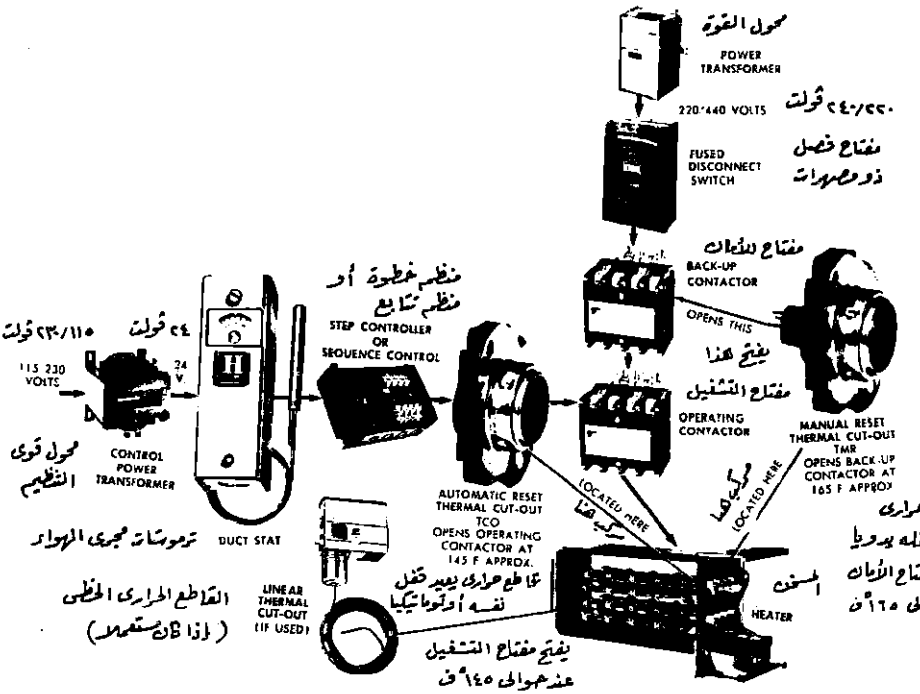


رسم رقم (٧-٥) - قاطع التحديد الخطى المبدئى الذى يركب بمشابك خاصة فى الجزء العلوى من ملف المسخن ناحية وجه خروج الهواء

ويوصل هذا القاطع بالتوالى مع النوع الثانى من أجهزة الوقاية وهو قاطع التحديد الخطى المبدئى (Primary Linear Limit Cut Out) الذى يركب بمشابك خاصة فى الجزء العلوى من ملف المسخن ناحية وجه خروج الهواء كما يظهر ذلك بالرسم رقم (٧ - ٥) ، حيث يعمل على وقاية المسخن من الارتفاع الشديد فى درجة حرارته الذى قد يحدث بسبب بطء سريان الهواء . وهذا النوع من أجهزة الوقاية يعمل على قطع التيار عن المسخن فى حالة ارتفاع درجة حرارة أى طول قدره ٦ بوصات من ماسورة القاطع الشعرية ، ودرجة الحرارة المضبوط عليها . هذا ويعيد هذا القاطع قفل نفسه أوتوماتيكيا عندما تنخفض درجة حرارة المسخن إلى معدلها المأمون . ويفصل هذا القاطع أيضا عندما تفقد ماسورته الشعرية شحنتها لأى سبب من الأسباب .

والنوع الثالث من أجهزة الوقاية الذى يركب بالمسخن هو قاطع التحديد الخطى الثانوى (Secondary Linear Limit Cut Out) ويقوم بالوقاية فى حالة تلف أجهزة الوقاية المبدئية من

الارتفاع الشديد فى درجة حرارة المسخن . ودرجة ضبط هذا الجهاز أعلى من القواطع المبدئية السابق ذكرها ، وهو مصمم ليفصل فقط إذا كانت القواطع المبدئية ترزجن (Stick) فى موضع القفل ، أو تلحم قطع تماس مفتاح التنظيم . (Controlling Contactor) وهذا القاطع مركب أيضا مثل قاطع التحديد الخطى المبدئى بمشابك فى الجزء العلوى من ملف المسخن ناحية وجه خروج الهواء كما يظهر ذلك أيضا بالرسم رقم (٧ – ٥) . وعندما تصل درجة حرارة المسخن إلى الحدود المأمونة فإنه يلزم إعادة قفل هذا القاطع يدويا لإعادة تشغيل المسخن . الرسم رقم (٧ – ٦) يبين الأنواع المختلفة من المنظمات وأجهزة الوقاية الكهربائية المختلفة التى تركب عادة بدائرة المسخن الكهربائى الذى يركب بمجارى الهواء .



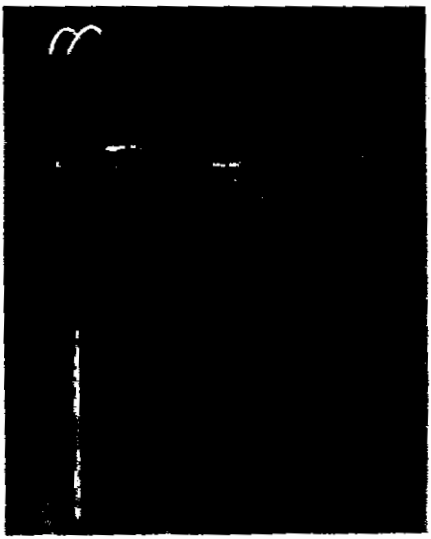
رسم رقم (٧–٦) – الأنواع المختلفة من المنظمات وأجهزة الوقاية الكهربائية المختلفة التى تركب عادة بدائرة المسخن الكهربائى الذى يركب بمجارى الهواء

مفتاح سريان الهواء :

مفتاح سريان الهواء (Air Flow Switch) يشتمل على رق(Diaphragm)يعمل بالضغط الفرقى ، حيث يمنع المسخن من العمل ما لم يكن هناك سريان هواء خلال المسخن . وتخرج من هذا المفتاح

أنبوبة تتأثر بالهواء المار خلال المسخن وهى تمتد ناحية مخرج الهواء كما هو ظاهر بالرسم رقم (٧ – ٧) ، مما يجعلها حساسة لضغط السرعة وكذلك للضغط الإستاتيكى . ومن أجل أن يقوم هذا المفتاح بتأدية عمله الصحيح ، يجب أن يكون هناك على الأقل فرق فى الضغط قدره ٠٧, من البوصة المائية بين الجزء الداخلى والخارجى من مجرى الهواء (لهذا المفتاح ضبط ثابت قدره ٠٥, بوصة + ٠٢, بوصة) . وفى حالة عدم تواجد هذا القدر من الضغط ، فانه يلزم استبدال هذا المفتاح بريلاى مروحة (Fan Relay) كما سنوضح ذلك فيما بعد .

وهذا النوع من المفاتيح عادة يوصل بالضغط الموجب والذى يكون موجودا عندما يكون المسخن مركبا بناحية طرد المروحة أما إذا كان سيركب بناحية السحب . فإنه يجب أن يكون هذا المفتاح من النوع الذى يعمل بالضغط السالب ويمكن كذلك تعديل طريقة التركيب فى مكان التركيب نفسه



رسم رقم (٧–٧) –
مفتاح سريان الهواء

أجهزة القوى ومنظمات الأمان الخاصة بمسخنات التدفئة الكهربائية

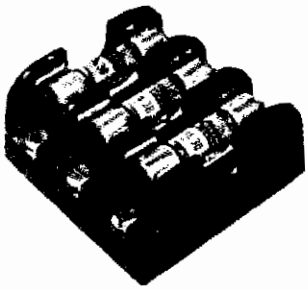
عادة يركب بالمسخن الكهربائى القواطع الحرارية ومفتاح سريان الهواء كأجزاء أساسية ونحتاج إلى تركيب مفاتيح التوصيل (كونتاكتور Contactors فى حالة عدم إمكان قيام أجهزة التنظيم بحمل تيار المسخن مباشرة ، وكذلك عندما تسحب أجهزة الوقاية من زيادة التيار المركبة بالمسخن تيارا كهربائيا يزيد عن ٤٨ أمبير . وسنشرح فيما يلى أجهزة القوى ومنظمات الأمان اللازمة لتشغيل مسخنات التدفئة الكهربائية الخاصة بعمليات تكييف الهواء :

مفتاح التوصيل المغناطيسى :

عادة يمكن أن تعمل مفاتيح التوصيل المغناطيسية (Magnetic Contactors) التى تركب بدائرة مسخنات التدفئة الكهربائية حتى ضغط قدره ٦٠٠ فولت . الرسم رقم (٧ – ٨) يبين شكل أحد هذه المفاتيح . وعندما لا تكون هذه المفاتيح غير مغذاة بالتيار الكهربائى (De-energized) فإنها تقطع خط قوى واحد فى دوائر الوجه الواحد ، وخطين فى دوائر الثلاثة أوجه .

ومن أجل الوقاية من احتمال لحام قطع تماس (كونتاكت Contacts مفتاح التوصيل الأصلى هذا المركب بدائرة مسخنات التدفئة واستمرارها فى موضع القفل نظرا لتآكلها أو استمرار قفلها وفتحها بصفة مستمرة (Continued Cycling) فإنه يلزم تركيب مفتاح توصيل أمان (Back-up Contactor) فى الدائرة قبل مفتاح التوصيل الأصلى ويعمل مفتاح الأمان هذا عن طريق إعادة التشغيل اليدوى ، وقاطع الوقاية الحرارى الذى يحس بدرجة حرارة مجرى الهواء ويضبط ليفتح عند درجة حرارة أعلى قليلا من الدرجة التى يفتح عندها القاطع الحرارى الأوتوماتيكى المركب بالدائرة .

رسم رقم (٧–٨) – مفتاح التوصيل المغناطيسى



رسم رقم (٧–٩) – المصهرات مركبة فى قاعدة من البلاستيك الفينول

المصهرات :

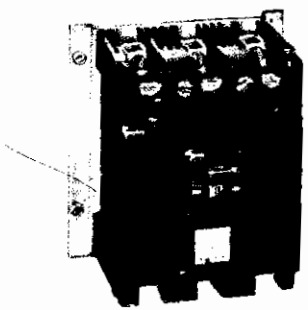
عادة تركب مصهرات (Fuses) ذات مقاومة منخفضة فى قاعدة مصنوعة من البلاستيك الفينول (Phenolic Block) بين مشابك يايات وذلك لضمان عدم ارتفاع درجة حرارة أسطح التماس وكالتى يظهر شكل أحدها بالرسم رقم (٧ – ٩) . وللوقاية ضد الأخطاء التى قد تتواجد فى كل من مفتاح التوصيل (كونتاكتور) ووحدات المسخن . فإن هذه المصهرات تركب بناحية خط مفتاح التوصيل المركب بالمسخن . هذا وتحدد سعة هذه المصهرات بمقدار ٢٥ ٪ أعلى من حمل المسخن الذى تقوم بوقايته .

قواطع الدائرة :

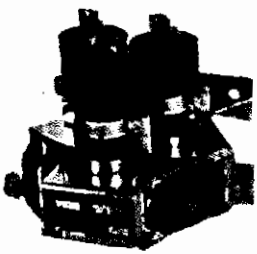
يمكن أن تستعمل قواطع الدائرة (Circuit Breakers) كالتى يظهر شكل أحدها فى الرسم رقم (٧ – ١٠) للوقاية من زيادة تيار الحمل بدلا من المصهرات (ويمكن أيضا استخدامها كوسيلة لفصل التيار بدلا من مفاتيح الفصل ، ولو أنه لا يمكن الحصول عليها بأيادى تشغيل خارجية تركب بأبواب الصناديق التى تحتويها – (Door Interlock) وجميع هذه القواطع تعمل بطريقة الفصل المغناطيسى (Magnetic Tripping) ولا يتأثر عملها حراريا ، ولذلك لا يتأثر ضبطها بدرجة حرارة صندوق النهايات المرتفعة . وهى تتحمل أيضا الارتفاعات الوقتية فى الفولت بدون أن تفصل .

مفاتيح التوصيل الزئبقية : .

للتشغيل الهادئ أو للحصول على عمر أطول عند حالات التشغيل والإبطال خلال الفترات المتعددة القصيرة (Cycling) يفضل إستعمال مفاتيح التوصيل الزئبقية (Mercury Switches) كالتى يظهر شكل أحدها فى الرسم رقم (٧ – ١١) ويمكن الحصول على هذا الطراز من مفاتيح التوصيل للمسخنات التى تعمل بضغط حتى ٤٨٠ فولت .



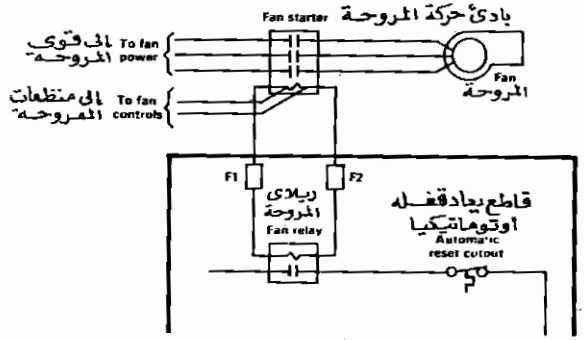
رسم رقم (٧–١٠) – قاطع الدائرة



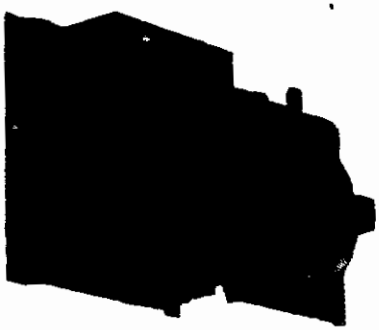
رسم رقم (٧–١١) – مفتاح توصيل زئبقى

ريلاى المروحة :

يستعمل ريلاى المروحة (Fan Relay) كبديل أو بالإضافة إلى مفتاح سريان الهواء السابق ذكره . وميزة ريلاى المروحة هذا أنه يعمل كحاكم كهربائى بين المروحة والمسخن ، ولكنه يحتاج إلى توصيلات تتم فى الموقع خلف دائرة منظم المروحة وأنه لا يعمل كذلك على الوقاية ضد تلف سير إدارة المروحة أو زرجنة المحرك الذى يديرها . والرسم رقم (٧ –١٢) يبين الدائرة الكهربائية الخاصة بتوصيل هذا الريلاى مع دائرة مروحة المسخن الكهربائى



رسم رقم (٧–١٢) – الدائرة الكهربائية الخاصة بتوصيل ريلاى المروحة مع دائرة مروحة المسخن الكهربائى



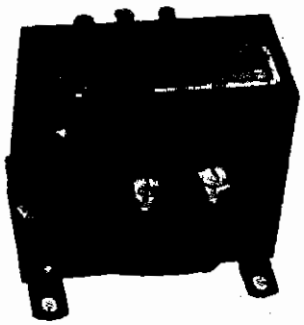
رسم رقم (٧–١٣) – مفتاح الفصل

مفتاح الفصل :

يستعمل عادة مفتاح الفصل (Disconnect Switch) الذى يظهر شكله فى الرسم رقم (٧–١٣) فى معظم مسخنات تدفئة الهواء من الطراز المتزلق . هذا وكل مفتاح فصل يكون مجهزا بحاكم باب (Door Interlock) وذلك لمنع غطاء صندوق النهايات من أن يفتح ما لم يفصل المفتاح التيار الكهربائى . ويمكن الحصول على هذا النوع من المفاتيح (حتى ١٦٠ أمبير) بدون أن يكون مركبا بها مصهرات أو مركبا بها مصهرات . وبوجه عام يوصى دائما باستخدام النوع منها الغير مركب بها مصهرات ، نظرا لأنها تطابق مواصفات الأمان المطلوبة ، ولأن خطوط تغذية المسخن يجب أن تجهز بمصهرات عند لوحة التوزيع .

محول المنظم :

تستعمل بدوائر التنظيم محولات (Control Transformer) لتغذية هذه الدوائر إما بتيار ٢٤ أو ١٢٠ فولت يظهر شكل أحد هذه المحولات بالرسم رقم (٧ – ١٤) . ويتم توصيل ملفات المحول المبدئية بالتغذية الأساسية بالمصانع . والملفات الثانوية توصل بأجهزة التنظيم ، وأجهزة الوقاية من زيادة التيار .



رسم رقم (٧-١٤) - محول المنظم

منظمات درجات الحرارة

يتكون عادة منظم درجة حرارة المكان من ترموستات وقاعدة . حيث يقوم بعملية فتح وقفل الدائرة المركب بها ويكون مصمما للتحكم فى تشغيل مسخنات التدفئة بالطريقة المطلوبة .

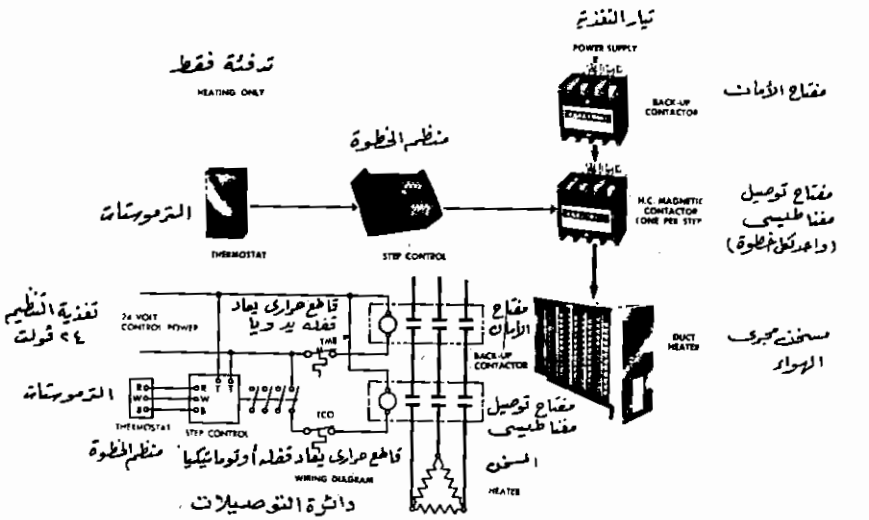
الترموستات الكهربائية العادية :

يمكن الحصول على هذا الترموستات بأنواع وأشكال مختلفة تعمل إما بالفولت المنخفض (٢٤ فولت) أو بفولت الخط (١١٥ - ٢٣٠ فولت) وقد تعمل بمرحلة واحدة أو أكثر للتدفئة . ويمكن أن تُجمع لتعمل مع مرحلة أو أكثر بالنسبة لتشغيل التبريد

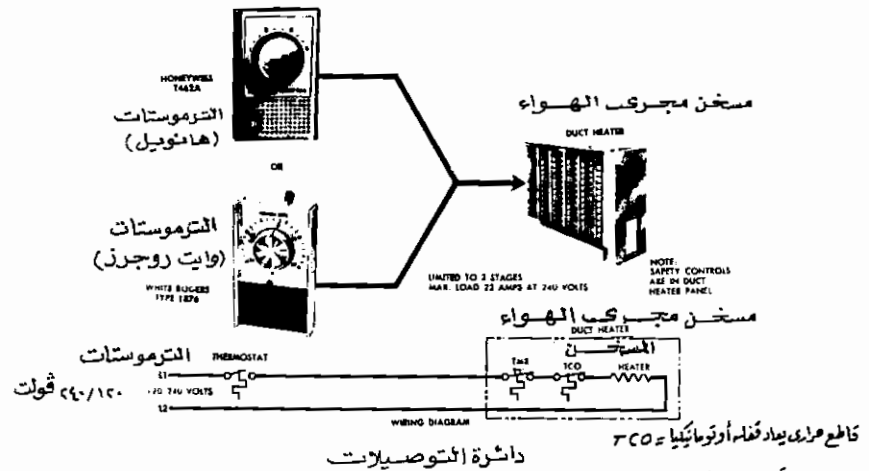
وأهم ميزة للمنظم الذى يعمل بضغط ٢٤ فولت أن أسلاك دائرته تكون من أسلاك دوائر الأجرس ، ولا تحتاج لإمرارها داخل مواسير خاصة .

والرسم رقم (٧ - ١٥) يبين دائرة توصيل الترموستات الذى يعمل بفولت منخفض مع مسخن تدفئة يركب بمجرى الهواء .

والمنظم الذى يعمل بفولت الخط تحتاج دائرته إلى أسلاك لا يقل مقاسها عن رقم ١٤ (مقياس أسلاك أمريكى) ، ويجب أن تمر خلال مواسير طبقا للمواصفات هذا ويجب أن يكون ترموستات الخط قابلا لحمل جميع تيار حمل المسخن الذى يوصل معه . وبذلك يمكن الاستغناء عن استعمال ريلاهات لتوصيل هذه المسخنات عن طريق قطع تماسها (كونتاكت) التى تتحمل تيار حمل المسخن والرسم رقم (٧ - ١٦) يبين دائرة توصيل الترموستات الذى يعمل بفولت الخط مع مسخن تدفئة يركب بمجرى الهواء .



رسم رقم (٧–١٥) – دائرة توصيل الترموستات الذى يعمل
بفولت منخفض مع مسخن تدفئة يركب بمجرى الهواء



رسم رقم (٧–١٦) – دائرة توصيل الترموستات الذى يعمل
بفولت الخط مع مسخن تدفئة يركب بمجرى الهواء

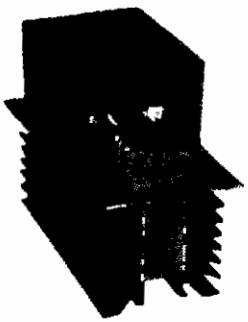
منظمات درجات الحرارة من نوع الحالة الجامدة :

انتشر فى الأيام الأخيرة إستعمال منظمات درجات الحرارة من نوع الحالة الجامدة (Sloid State Controls) مع مسخنات التدفئة التى تركب بمجارى الهواء والخاصة بعمليات تكييف الهواء المختلفة الحديثة نظرا لمميزاتها المتعددة من ناحية أنها لا تشتمل على أجزاء متحركة ، وطول عمر عملها ، وعدم تعرضها للتلف بسهولة .

وهذا الطراز الحديث من منظمات درجات الحرارة يمكن الحصول عليه إما بشكل منظم قوى نسبى (موحدات تنظيم سليكونية – SCRS أو منظمات خطوة اليكترونية (Electronic Step Controllers) وأجهزة إعادة تشغيل المنظمات ، وأجهزة تحديد الطاقة :

أجهزة تنظيم درجات الحرارة من نوع موحدات التنظيم السليكونية :

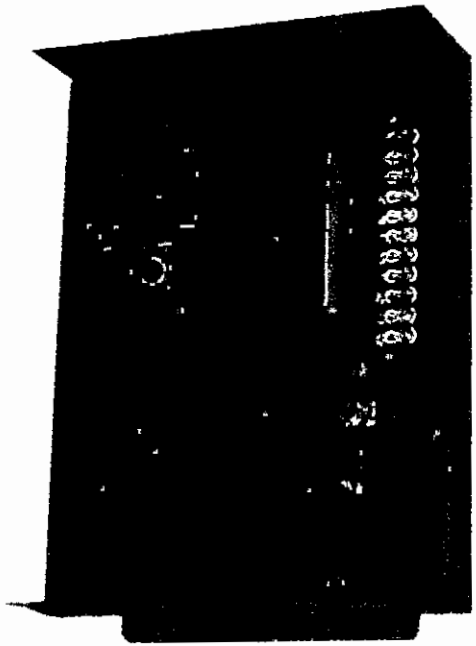
يعمل منظم القوى النسبى على تنظيم (Modulate) جميع حمل المسخن مباشرة ، حيث تقوم مفاتيح القوى النصف موصلة (Semiconductor) من نوع (ترياك – Triac) بتنظيم خرج المسخن من صفر إلى ١٠٠ ٪ بالنسبة للكيلوات الكلية للمسخن . ويركب المفتاح (ترياك) على قاعدة كبيرة مشعة للحرارة ذات زعانف (Finned Heat Sink) كما هو ظاهر بالرسم رقم (٧ – ١٧) .



رسم رقم (٧–١٧) – المفتاح من طراز (ترياك) مركب على قاعدة كبيرة مشعة للحرارة ذات زعانف

أجهزة تنظيم درجات الحرارة الإلكترونية من طراز الخطوة :

يمكن الحصول على مجموعة من هذا الطراز من المنظمات (Electronic Step Controller) لاستعمالها مع مسخنات التدفئة التى تركب بمجارى الهواء البسيطة أو ذات مراحل التشغيل المتعددة (Multi-Stage) والرسم رقم (٧ – ١٨) يبين شكل جهاز من هذا الطراز .

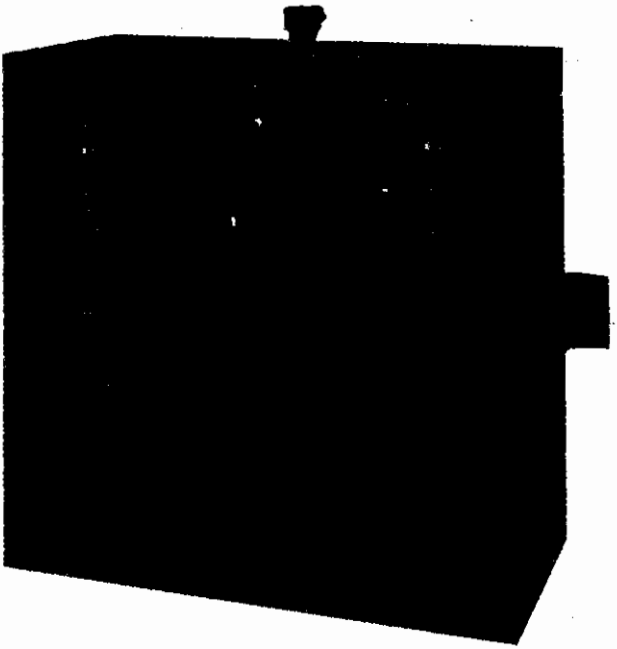


رسم رقم (٧-١٨)- جهاز تنظيم درجة حرارة اليكترونى من طراز الخطوة يستعمل مع مسخنات تدفئة الهواء التى تركب بمجارى الهواء البسيطة أو ذات مراحل التشغيل

هذا ويوصل مع جميع أجهزة تنظيم درجات الحرارة الإلكترونية السابق ذكرها أحد أنواع الترموستات الإلكترونية الخاصة

أجهزة تنظيم درجات الحرارة من طراز الخطوة التى تعمل بالهواء المضغوط :

بالنسبة للمسخنات التى يتم تنظيمُ درجة حرارتها بواسطة أجهزة التنظيم التى تعمل بالهواء المضغوط (Pneumatic Systems) لا يصلح من الناحية العملية استخدام مفاتيح منفصلة تعمل بالهواء المضغوط للتشغيل لأكثر من ستة مراحل وبالنسبة للمسخنات التى تعمل بمراحل تتراوح ما بين سبعة وعشرة مراحل . فإنه يمكن الحصول على منظمات يتم ضبطها بالمصانع التى تنتجها بحيث تكون جميع المراحل غير شغالة عندما يكون ضغط الهواء ٧ أرطال على البوصة المربعة أوأقل ، وتعمل جميع المراحل عندما يرتفع ضغط الهواء ما بين ٧ و ١٢ رطلا على البوصة المربعة وجميع مفاتيح هذه المنظمات هى من النوع ذى القطب المفرد التى يمكنها أن تحمل أحمال وجه واحد حتى ٢٠ أمبير عند ضغط قدره ٤٨٠ فولت وبالنسبة لأحمال دوائر الثلاثة أوجه أو الأمبير الأقل لأحمال دوائر الوجه الواحد ، فإنه يلزم فى هذه الحالة استخدام مفاتيح تنظيم (Controlling Contactors) بهذه الدوائر . والرسم رقم (٧ – ١٩) يبين شكل جهاز تنظيم درجة الحرارة من طراز الخطوة الذى يعمل بالهواء المضغوط .



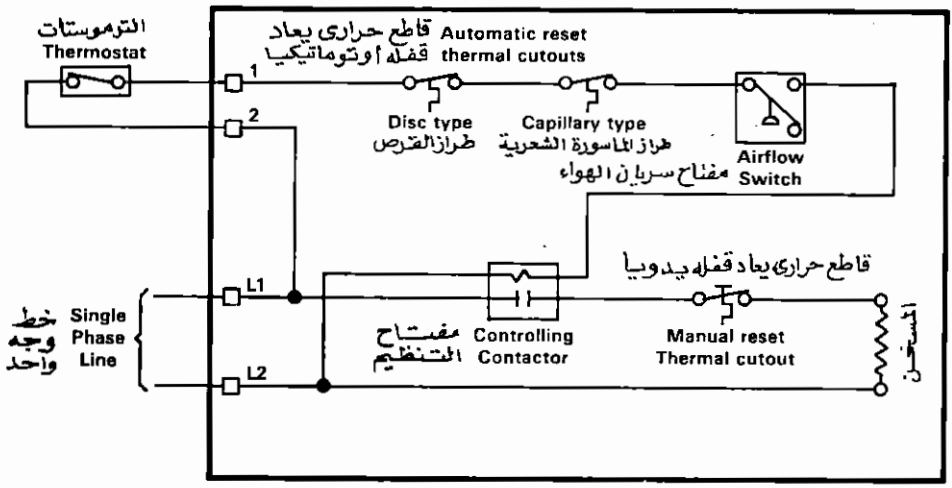
رسم رقم (٧-١٩) - جهاز تنظيم درجة الحرارة من طراز الخطوة الذى يعمل بالهواء المضغوط

الدوائر الكهربائية الخاصة بمسخنات التدفئة التى تركب بمجارى عمليات تكييف الهواء

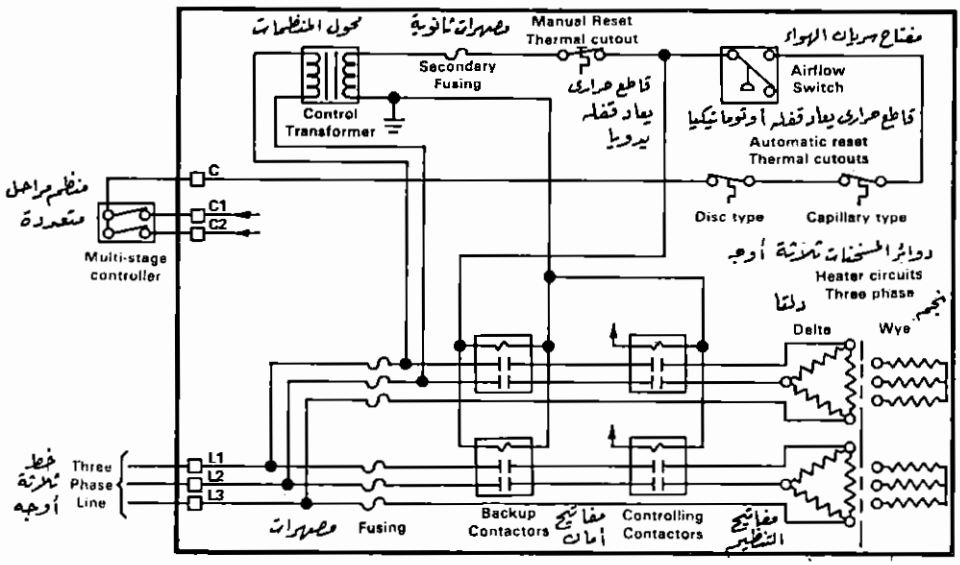
الرسم رقم (٧ - ٢٠) يبين دائرة التوصيلات الكهربائية المبسطة لمسخن تدفئة يركب بمجرى الهواء تتراوح سعته حتى ١٥ أو ٢٠ كيلووات ، ويعمل بتيار متغير وجه واحد وعن طريق ترموستات مرحلة واحدة . ويستخدم فى الأماكن التى لا تحتاج إلى دقة كبيرة فى ضبط درجة حرارتها

الرسم رقم (٧ - ٢١) بين دائرة التوصيلات الكهربائية المبسطة لمسخنات تدفئة تركب بمجرى الهواء وتعمل بتيار متغير ثلاثة أوجه ، وعن طريق ترموستات ذى مراحل (Multi Stage Controller) وتشتمل هذه الدائرة على قاطع يعاد قفله يدويا (Load Carrying Manual Reset)

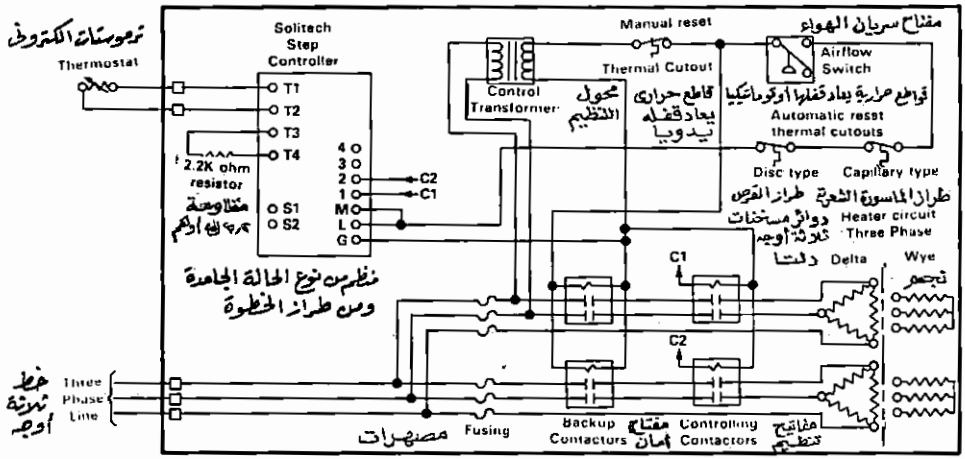
الرسم رقم (٧ - ٢٢) يبين دائرة التوصيلات الكهربائية المبسطة لمسخنات تدفئة تركب بمجرى الهواء وتعمل بتيار متغير ثلاثة أوجه ، وعن طريق ترموستات اليكترونى ومنظم من نوع الحالة الجامدة ومن طراز الخطوة (Electronic Step Controller) الذى يُتيح ضبط مسافة وتأخير زمنى بين المراحل ، وتنظيم دقيق جدا لدرجات الحرارة ، ويمكنه أن يعطى حتى ٩٦ خطوة للأحمال ذات الكيلووات الكبيرة أو مراحل دقيقة .



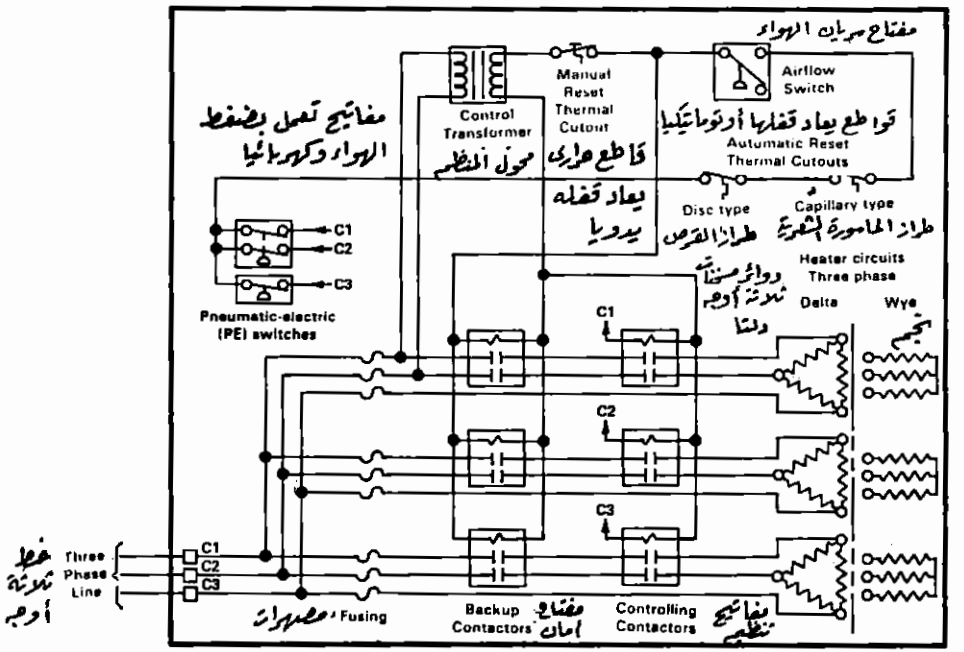
رسم رقم (٧-٢٠) - دائرة التوصيلات الكهربائية المبسطة لمسخن تدفئة يركب بمجارى الهواء ، يعمل بتيار متغير وجه واحد وعن طريق ترموستات مرحلة واحدة



رسم رقم (٧-٢١) - دائرة التوصيلات الكهربائية المبسطة لمسخنات تدفئة تركب بمجرى الهواء ، تعمل بتيار متغير ثلاثة أوجه وعن طريق ترموستات ذى مراحل



رسم رقم (٧-٢٢) - دائرة التوصيلات الكهربائية المبسطة لمسخنات تدفئة تركب بمجرى الهواء ، تعمل بتيار متغير ثلاثة أوجه وعن طريق ترموستات اليكترونى ومنظم من نوع الحالة الجامدة ومن طراز الخطوة



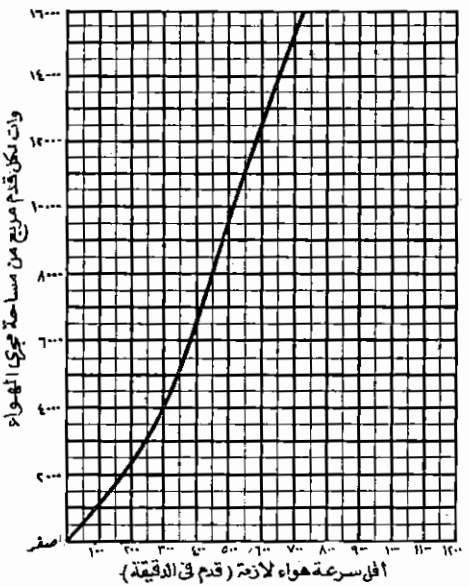
رسم رقم (٧-٢٣) - دائرة التوصيلات الكهربائية المبسطة لمسخنات تدفئة تركب بمجرى الهواء ، تعمل بتيار متغير ثلاثة أوجه وعن طريق مجموعة من المفاتيح التى تعمل بضغط الهواء والكهرباء

الرسم رقم (٧ – ٢٣) يبين دائرة التوصيلات الكهربائية المبسطة لمسخنات تدفئة تركب بمجرى الهواء وتعمل بتيار متغير ثلاثة أوجه . وعن طريق مجموعة من المفاتيح التى تعمل بضغط الهواء والكهرباء (Pneumatic-Electric) . وهذه الدائرة تتيح لنا استخدام منظمات ضغط تعمل حتى ١٠ مراحل . وعادة تستعمل هذه الطريقة فى المبانى الكبيرة المتعددة الطوابق . حيث يكون مركبا بها مجموعة مختلفة من المسخنات فى كل طابق منها . وتشتمل هذه الدائرة على منظمات الأمان الأساسية ومفاتيح التوصيل (كونتاكتور) حيث لا يمكن للمفاتيح وأجهزة الأمان تحمل تيار الحمل . ويركب فقط بالدائرة محول تنظيم مع دائرة المسخنات الذى يكون ضغط تشغيلها أعلى من ٢٧ فولت نظرا لأن منظمات الأمان لا تتحمل التشغيل أعلى من هذا الفولت .

الاحتياطات اللازمة لتركيب المسخنات الكهربائية بمجارى الهواء المكيف

أقل سرعة هواء :

إن المسخنات الكهربائية تختلف عن ملفات التسخين التى تعمل بالبخار أو الماء الساخن نظرا لأن خروجها من الـ و . ح . ب . فى الساعة يعتبر ثابتا طالما كان المسخن مغذى بالتيار الكهربائى . ولذلك يكون من الضرورى أن تمركمية كافية وموزعة توزيعا منتظما على المسخن لتحمل وتبعد هذه الحرارة عن مكان تركيبه ولتمنع بذلك الارتفاع الشديد لدرجة حرارته والتى تسبب فصل القاطع الحرارى المركب على المسخن نفسه . وأقل سرعة هواء يسمح بإمرارها على المسخن يوضحها الرسم البيانى رقم



رسم رقم (٧ – ٢٤) – منحنى بيانى يحدد أقل سرعة هواء يسمح بإمرارها على المسخن . على أساس درجات حرارة الهواء الداخل والوات لكل قدم مربع من مساحة مقطع مجرى الهواء

(٧ – ٢٤) على أساس درجات حرارة الهواء الداخل والوات لكل قدم مربع من مساحة مقطع مجرى الهواء .

مثال :

المطلوب إيجاد أقل سرعة هواء تمر خلال مسخن سعته ١٠٠٠٠ وات يركب فى مجرى هواء أبعادها ١٢ بوصة ارتفاع × ٢٤ بوصة عرض ، ويعمل عند أقصى درجة حرارة هواء داخل قدرها ٦٥° ف :

١ – الوات لكل قدم مربع من مساحة مجرى الهواء =

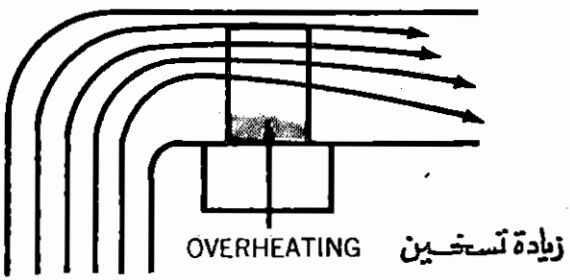
$$\frac{١٠٠٠٠}{\text{١ قدم} \times \text{٢ قدم}} = \text{٥٠٠٠ وات لكل قدم مربع .}$$

٢ – هذه النقطة على المنحنى المبين بالرسم رقم (٧ – ٢٤) تنطبق على ٣٤٠ قدما فى الدقيقة ، وبذلك تكون أقل سرعة هواء نحتاج إليها هى ٣٤٠ قدما فى الدقيقة . ونظرا لأن مساحة مجرى الهواء هى ٢ قدم مربع ، فإن أقل كمية هواء بالقدم المكعب فى الدقيقة (CFM) نحتاج إليها هى ٦٨٠ قدما مكعبا فى الدقيقة .

انتظام سريان الهواء على المسخن :

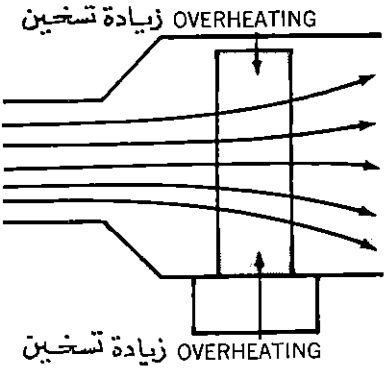
لمنع تواجد بقع (Spots) ساخنة بأجزاء المسخن ، فإن سرعة الهواء المار يجب أن توزع بانتظام خلال وجه المسخن (Air Flow Uniformity)

إن الرسومات من رقم (٧ – ٢٥) إلى رقم (٧ – ٢٨) توضح استعمالات نموذجية غير صحيحة ينتج عنها سريان غير منتظم للهواء المار على المسخن . هذا وتلزم المواصفات القياسية تركيب المسخن

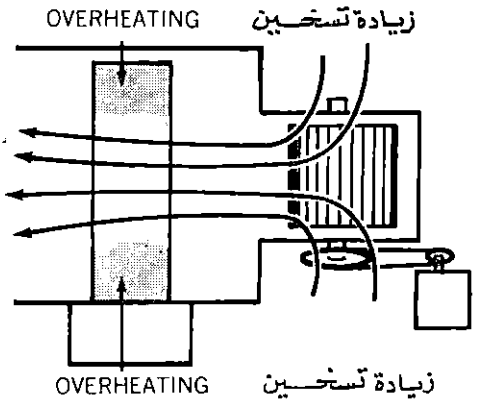


رسم رقم (٧–٢٥) – المسخن مركب قريبًا جدًا من الكوع

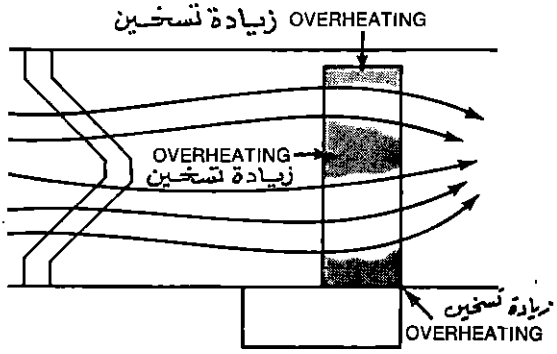
على بعد لا يقل عن ٤٨ بوصة من أى جزء من هذه الأجزاء التى تعترض سريان الهواء وتلزم أيضا هذه المواصفات تركيب المسخن على بعد لا يقل عن ١٨ بوصة من أى وصلة مجارى هواء مصنوعة من المشمع (Canvas duct Connector) كما هو مبين بالرسم رقم (٧ – ٢٩) وذلك لتحاشى حدوث حريق . ويمكن التغاضى عن هذه المسافة إذا كانت هذه الوصلة مصنوعة من مادة الأسبستوس .



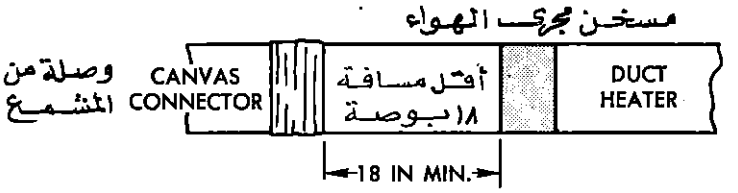
رسم رقم (٧–٢٦) – المسخن مركب بالقرب من الاتساع المباشر لقطاع مجرى الهواء



رسم رقم (٧ – ٢٧) – المسخن مركب بالقرب من المروحة



رسم رقم (٧–٢٨) – إن المسخن يُسد جزئياً عن طريق المرشح أو جزء من البرواز



رسم رقم (٧ – ٢٩) – يجب تركيب المسخن على بعد لا يقل عن ١٨ بوصة من أى وصلة مجارى هواء مصنوعة من المشمع