كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة الميكانيكية

عنوان المشروع

بناء نموذج تدريبي في التدفئة المركزية بالماء الساخن

فريق العمل

أمين عدنان عاشور

مشرف المشروع
د. إسحق سدر

الخليل-فلسطين
أيار-2012

الملخص

تعتبر الوحدات التعليمية والتدريبية داخل الجامعات ركيزة أساسية في مشروع تطوير المناهج التعليمية لجميع التخصصات وخاصة العملية منها. لذلك كان لزاما على الجامعات وضع برامج لدعم توفير هذه الوحدات عن طريق شرائها أو بنائها داخل مشاغل ومختبرات الجامعة. وتبرز أهمية الوحدات التعليمية من خلال ربطها الدراسة النظرية بالعملية وتسهيل استيعاب الطالب للمعلومات النظرية.

إن عملية شراء هذه الوحدات من الخارج بحاجة لميزانية كبيرة جداً، قد تثقل كاهل الجهات المختصة بالشراء، لذلك كان التوجه لبنائها داخل الجامعات لما فيه من توفير مادي كبير، بالإضافة لتدريب الطلاب على بناء هذه الوحدات.

هذا المشروع ليس الأول من نوعه على مستوى جامعة بوليتكنك فلسطين فقد تم بناء نماذج تدريبية عديدة حصل بعضها على جوائز تميز، أما في مجال التدفئة المركزية فهذا المشروع الأول لنموذج تدريبي يحتوي على جميع عناصر ومكونات التدفئة المركزية، وقد احتوت هذه الدراسة على شرح عن أجزاء النظام المختلفة وكيفية اختيارها وعملها ومميزاتها.

الفهرس

العنوان I
إهداء III
كلمة شكر IV
الملخص V
الفهرس VI
قائمة الجداول VIII
قائمة الرسومات IX
الفصل الأول 1
1.1 المقدمة 2
1.2 أهمية المشروع وأسباب اختياره 6
1.3 أجزاء المشروع 7
1.4 الميزانية 8
1.5 الجدول الزمني 9
الفصل الثاني 11
2.1 المشعات 12
2.2 المرجل 15
2.2.1 الحارقة 18
2.2.2 مضخة التدوير 21
2.2.3 المحبس الثلاثي 24
2.2.4 المبادل الحراري 25
2.2.5 خزان التمدد 26
2.2.6 المدخنة 28
2.3 الأنابيب 30
2.4 المحابس 30
2.5 المجمعات 31
2.6 الوقود 31
2.7 الإطار 32
الفصل الثالث 34
محبس مشع مع ثيرموستات 35
3.2 المحبس الثلاثي 37
3.3 تنقيسة الهواء 39
3.4 الرداد 40
3.5 المجسات 41

3.5.1 مجسات الحرارة (Thermostat) 41
المصادر والمراجع IX
الملحقات A X
الملحقات B XX

قائمة الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
1	جدول 1.1 الميزانية	8
2	جدول 1.2 الجدول الزمني الأول	9
3	جدول 1.3 الجدول الزمني الثاني	10
4	جدول (A1): خصائص المشعات من شركة Global	XI
5	جدول(A2): خصائص المرجل	XII
6	جدول(A3): معدل تدفق الغاز مع الضغط لقدرات مختلفة من التشغيل	XIII
7	جدول(A4): السرعات المختلفة للماء	XIV
8	جدول(A5): تحديد قطر الأنابيب المناسب مع ضغط المضخة	XV
9	جدول(A6): خصائص الماء عند درجات حرارة مختلفة	XVI
10	جدول(A7): اختيار قطر المدخنة وارتفاعها حسب قدرة المرجل	XVII
11	جدول(A8): كثافة غاز البيوتان	XVIII
12	جدول(A9): Calorific Value	XIX

قائمة الرسومات

الرقم	عنوان الرسم	الصفحة
1	B1 أبعاد المشعات	XXI
2	B2 المرجل من الداخل	XXII
3	B3 أبعاد المرجل	XXIII
4	B4 النظام كاملا	XXIV
5	B5 الإطار رقم 1	XXV
6	B6 الإطار رقم 2	XXVII
7	B7 الإطار كاملا	XXVIII
8	B8 نموذج مشابه	XXIX
9	B9 المخطط الكهربائي	XXX

الفصل الأول

المقدمة

1.1 المقدمة

التقدم العلمي في شتى المجالات كان لا بد أن يصاحبه تطوير في المناهج التعليمية على مستوى الجامعات، فاستخدمت التكنولوجيا الحديثة بطرق مختلفة لابتكار الوسائل التعليمية والطرق التدريسية لإيصال المعلومات للطالب بجهد ووقت أقل وربطه بالواقع العملي، بعد أن خلقت أساليب التدريس القديمة التقليدية فجوة بين ما يدرسه الطالب والواقع في سوق العمل وهذه المشكلة الأولى التي تواجه الطالب بعد انتقاله من مرحلة الجامعة إلى مرحلة العمل.

ومن أهم الوسائل التعليمية الحديثة التي استخدمت في المناهج التدريسية التعليم الالكتروني، استخدام عروض البوربوينت، استخدام الفيديو، استخدام الوحدات التعليمية والتي نقلت أساليب التدريس نقلة نوعية إلى الأمام، حيث جسدت ما يدرسه الطالب من معلومات نظرية في الكتب إلى أمور اقرب ما تكون إلى الواقع لترسيخ هذه المعلومات وفتح أفق جديدة أمام الطالب من اجل التطوير والإبداع والابتكار.

تعمل الجامعات على توفير الوحدات التعليمية والنماذج التدريبية لمختلف التخصصات العملية داخل مختبرات ومشاغل الجامعة، إما عن طريق شرائها من شركات خاصة أو ببنائها داخل مشاغل الجامعة بأيدي محلية وبتوفير المواد الأولية، مما يعمل على توفير ما نسبته 70% من التكلفة بالمقارنة مع شرائها. وعلى مستوى جامعة بوليتكنك فلسطين فهناك أجهزة تدريبية متوفرة لمختلف التخصصات لكنها تسعى دائماً لمواكبة كل جديد، لذا نضع بين أيديكم دراسة لمشروع بناء نموذج تدريبي في التدفئة المركزية بالماء الساخن.

يعتبر نظام التدفئة المركزية من أكثر أنظمة التدفئة انتشاراً واستخداماً في هذا العصر وخاصة في المنازل الكبيرة، المستشفيات، الجامعات، المدارس، المؤسسات، والشركات. ويقوم النظام على إنتاج

الحرارة في مكان مركزي ثم تنقل إلى أماكن مختلفة لتدفئتها. وتقسم أنظمة التدفئة المركزية بالاعتماد على الوسيط الناقل للحرارة إلى:

- التدفئة بالماء الساخن.
- التدفئة بالهواء الساخن.
- التدفئة بالبخار.

يعتبر نظام التدفئة بالماء الساخن والذي يستخدم الماء كوسيط ناقل للحرارة من أكثر هذه الأنظمة استخداماً لعدة أسباب منها:

1- توفير الراحة للإنسان عن طريق تعويض الطاقة الحرارية التي يفقدها جسم الإنسان بفعل الإشعاع الحراري من الجسم أو عن طريق ملامسة الجسم لجسم بارد، كذلك فإن الإنسان داخل الحيز المدفأ لا يتأثر برائحة عادم الاحتراق.

2- توفير الطاقة من خلال العزل الجيد للحيز، وتركيب التحكم المطلوب من اجل توفير درجة الحرارة المطلوبة فقط بدون زيادة أو نقصان.

3- مرونة التصميم بحيث نستطيع من خلال نظام واحد توفير التدفئة، الماء الساخن للاستخدام المنزلي، تسخين ماء بركة، وإذابة الثلوج في بعض الأماكن المحيطة.

4- النظافة بحيث أن الاحتراق يتم في حيز مغلق ويتم إخراج العوادم بعيدا عن المكان بالإضافة إلى أن إمكانية تراكم الغبار على سطح المشعات اقل بالمقارنة مع أنظمة التكييف الأخرى.

5- الهدوء بحيث تحدث عملية التدفئة بدون سماع أدنى صوت في الحيز المدفأ، فكل العمليات تتم في غرفة المرجل.

6- سهولة التركيب، قلة الضياعات الحرارية، وسهولة توفير الماء الوسيط الناقل للحرارة وقلة تكاليفه.

هذا النموذج التدريبي هو تطبيق عملي على موضوع التدفئة المركزية بالماء الساخن، وهو نظام مغلق، يستخدم غاز الطبيعي "البوتان" كوقود، ويحتوي على جميع أجزاء النظام والتي يمكن تلخيصها بما يلي:

1- مصدر حراري.

2- شبكة توزيع.

3- مشعات حرارة.

4- نظام تحكم.

يعتبر المرجل الذي يحتوي على الحارقة والمدخنة المصدر الحراري الذي يزود النظام بالحرارة، عن طريق إحراق الغاز بداخله وتسخين الماء الذي يمر حول اللهب في الأنابيب، وإخراج عوادم الاحتراق خارج المبنى عبر المدخنة، وعند وصول الماء لدرجة حرارة معينة ينتقل عبر شبكة التوزيع فيمر من خلال الأنابيب، المحابس، المجمعات، ومضخة التدوير ليصل إلى المشعات الحرارية، فيمر الماء بداخلها لتوفير اكبر مساحة للتبادل الحراري بين الماء والمحيط في الحيز المراد تدفئته، وهنا يخسر الماء من حرارته من 10-15 درجة مئوية، ثم يعود بعد ذلك للمرجل مرة أخرى لإعادة تسخينه. وتستمر هذه الدورة حتى يصل الحيز لدرجة الحرارة المطلوبة، ويتخلل الدورة نظام تحكم يعمل على تشغيل المرجل أو إيقافه، كما يتحكم بتدفق الماء في الشبكة اعتماداً على وصول درجة الحرارة للمطلوبة، وهنا يفتح محابس أو يغلقها أو يقوم بتوجيه الماء لاستخدامات أخرى غير التدفئة، ويعتمد نظام التحكم في عمله على مجموعة من الحساسات المختلفة الموجودة في عدة أماكن من النظام.

كل ما سبق ذكره سيتم تفصيله في هذه الدراسة من خلال الفصول التالية:

الفصل الأول: المقدمة وأسباب اختيار المشروع مع الترتيب الطبيعي لانجاز المشروع مع الميزانية.

الفصل الثاني: تصميم واختيار أجزاء المشروع.

الفصل الثالث: نظام التحكم في المشروع.

وسيتم إثراء الدراسة بعدد من الرسومات والصور والجداول التي تسهل بناء النظام على أسس علمية، كما سيتم استخدام برنامج التصميم المعروف AutoCAD لتجهيز التصميم اللازم للمشروع.

بعد انجاز المشروع وتركيبه وتشغيله داخل مشغل التدفئة في الجامعة أتمنى أن يتبعه بناء نماذج تعليمية أخرى من أنظمة التدفئة المركزية بشكل خاص ونماذج تعليمية في مجال التكييف والتبريد بشكل عام والله ولي التوفيق.

1.2 أهمية المشروع وأسباب اختياره:

إن عملية اختيار وتحديد الموضوع لمشروع التخرج من أهم خطوات انجاز المشروع، وفي هذا المشروع "بناء نموذج تعليمي في التدفئة المركزية بالماء الساخن" يجب توضيح السبب من اختيار بناء نموذج تعليمي بالإضافة لتوضيح السبب لاختيار موضوع التدفئة المركزية بالماء الساخن.

بناء نموذج تعليمي داخل الجامعة مع توفر هذا النموذج وإمكانية شرائه من خارج الجامعة، له أسباب وأهداف منها:

1- توفير مادي بنسبة 70% ما بين تجميع النموذج داخل الجامعة وشرائه من الخارج .

2- توفير أجهزة تعليمية داخل المشاغل والمختبرات، تربط الدراسة النظرية بالناحية العملية .

3- وضع الطالب الخريج على أول الطريق العملي بعد التخرج بإكسابه خبرة في هذا المجال .

4- تعزيز مشاريع التخرج العملية .

أما عن اختيار موضوع التدفئة المركزية بالماء الساخن، فيعود لتميزها عن غيرها من أنظمة التدفئة بما يلي:

1- سهولة التحكم في درجات الحرارة الداخلية تبعاً لتغير درجات الحرارة الخارجية وذلك برفع درجة حرارة وسيط التسخين وخفضها .

2- قلة التكاليف الأولية للإنشاء بالمقارنة مع نظام التدفئة بالهواء .

3- أكثر الأنظمة انتشاراً في تدفئة المباني والمجمعات السكنية والمدارس والمستشفيات.

1.3 أجزاء المشروع

يحتوي المشروع على جميع أجزاء ومكونات شبكة التدفئة المركزية بالماء الساخن، بالإضافة لعدد من أجهزة التحكم والمجسات وقطع الأمان، وهذه المكونات هي:

1- الإطار.

2- المرجل.

3- الحارقة.

4- المدخنة.

5- المشعات.

6- خزان التمدد.

7- المحابس.

8- المضخة.

9- المجمعات.

10- الأنابيب.

11- أجهزة التحكم والأمان.

1.4 الميزانية

نظراً لعدم تمكن الجامعة من شراء القطع اللازمة لتجهيز المشروع فإن هذه ميزانية أولية وتقريبية، والجدول التالي يحتوي على القطع التي تم توصيفها وتقديمها للجامعة لشرائها، مع أوصاف وأسعار.

جدول 1.1 الميزانية

	المهمات و الأجهزة	مواصفات		السعر بالشيكل
1	الإطار	حديد بروفيل 2مم، 4\4سم و 8\4سم، عجلات أكيلون، تجهيز حداد، دهان، صاج مخرم.		2500
2	المشعات	30 أصبع مشع من الألمنيوم، تجهيزات مختلفة		1500
3	المرجل	قدرته الحرارية 32كيلوواط، اسطوانة غاز		4000
4	المحابس	محبس رديتر	عدد 10	1700
		محبس ثلاثي	عدد 1	
		محبس رديتر مع ثيرموستات	عدد 2	
		رداد 1\2 انش	عدد 1	
5	الأنابيب	أنابيب فولاذ أسود 1\2 انش 6م	عدد 2	1500
		تي 1\2انش	عدد10	
		كوع 1\2 انش	عدد 35	
6	المجمعات	مجمع تغذية، ومجمع راجع، من النحاس، عدد العيون 5، محبس انش مع شد وصل عدد 10،مواية أوتوماتك عدد 2.		1000
7	مجسات	حرارة 3، ضغط2، تدفق2، مع ساعات		1500
8	طباعة وتصوير			300
	المجموع			14000

1.5 الجدول الزمني

المربعات المظللة في الجدول تبين خطة العمل والمدة الزمنية لدراسة المشروع وتحليله، جدول 1.2 هو الجدول الزمني للعمل في الفصل الدراسي الأول، والجدول 1.3 هو الجدول الزمني للعمل في الفصل الدراسي الثاني.

جدول 1.2 الجدول الزمني الأول

المهمات\الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
اختيار المشروع																
فهم المشروع																
زيارة المكتبة																
القراءة																
رسم المخطط																
تجميع المعلومات																
كتابة وطباعة المعلومات																

جدول 1.3 الجدول الزمني الثاني

المهمات\الأسبوع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
توصيف القطع اللازمة																
اختيار المرجل																
اختيار المشعات																
القراءة																
رسم المخطط																
شراء القطع																
تجهيز الإطار																
تجميع وتشغيل المشروع																

الفصل الثاني

تصميم واختيار أجزاء النظام

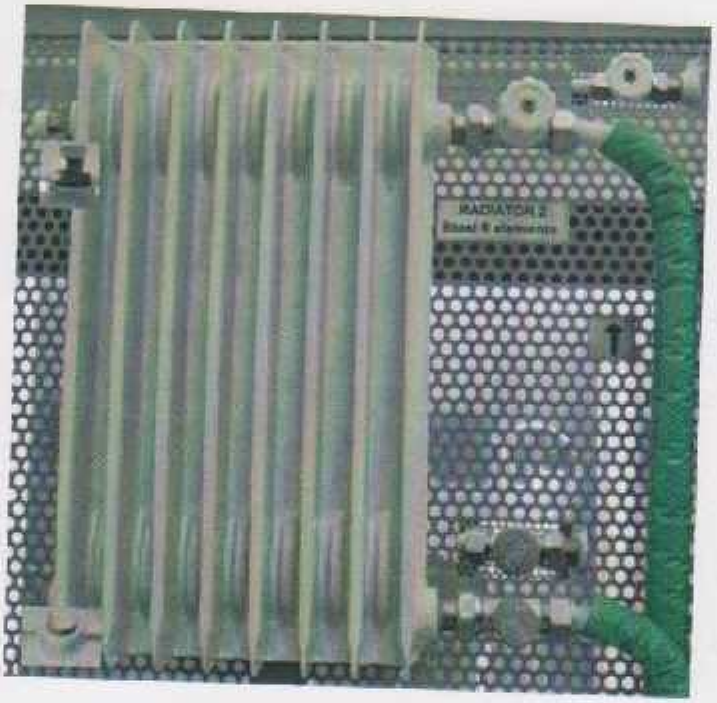
إن عملية اختيار أجزاء النظام مهم جداً لتشغيل النظام بكفاءة عالية وتكاليف أقل. كل جزء من أجزاء نظام التدفئة المركزية يتم اختياره وفق أسس ونظريات ومعادلات ومخططات، وخصائص تحدد الأفضلية لكل نوع، وسنتعرف في هذا الفصل على أجزاء النظام وعملها وكيفية اختيار كل جزء من النظام مع توضيح بالأمثلة الممكنة إن شاء الله.

2.1 المشعات (Radiators)

هي عبارة عن مبادلات حرارية تركب داخل الحيز المراد تدفئته وظيفتها نقل الطاقة الحرارية من وسط لآخر، حيث يصل إليها الماء الساخن من المرجل فتعمل على نقل الحرارة من الماء إلى الوسط المحيط عن طريق الإشعاع.

و تصنف المشعات حسب مادة الصنع وأبعادها، فمنها ما هو مصنوع من الألمنيوم، حديد السكب، الصاج، أو الفولاذ، ويتميز كل معدن بصفات وخواص مختلفة عن بعضها وخاصة في قدرة كل معدن على الإشعاع، وهناك أبعاد وأشكال مختلفة للمشعات تناسب أي حيز.

المكون الرئيسي للمشع هو الإصبع، بحيث يتكون كل مشع من عدد من الأصابع يتم تجميعها مع بعضها باستخدام خوانق مسننة من اليمين واليسار باتجاهين متعاكسين، ويتبع المشعات في التركيب بعض الملحقات مثل النقاصات، ومحابس التغذية و الراجع، والهوايه التي تركب على أحد الطرفين العلويين لإخراج الهواء الموجود في الشبكة، ويكون منها اليدوي والآلي التي تفتح بفعل زيادة الضغط، والسدادة التي تركب مقابل محبس التغذية كما هو موضح في الشكل (2.1).



الشكل (2.1) مشع مع ملحقاته.

لمعرفة النوع المطلوب ومواصفاته يجب معرفة القدرة الحرارية للحيز المراد تدفئته والذي يعتمد على أبعاد هذا الحيز ومكونات البناء للواجهات والأرضية والسطح، ودرجة حرارة المحيط، ودرجة الحرارة المطلوبة في الحيز. وبعد معرفة القدرة الحرارية نتوجه للجداول التي تصدر عن الشركات المصنعة والتي توضح القدرة الحرارية لكل إصبع ولأبعاد مختلفة ومادة الصنع، وبناءاً على المعطيات يتم تحديد الأنسب والأقل تكلفة.

لمعرفة كمية الحرارة التي يشعها المشع نستخدم العلاقات التالية:-

$$\Delta T = Tm - TR \quad \text{...} \quad (2.1)$$

حيث أن:-

Tm:- درجة الحرارة الوسطية للمشع (^0C)، ونحسبها من المعادلة (2.2).

TR:- درجة حرارة الغرفة (^0C).

ΔT : الفرق بين درجة حرارة الغرفة ودرجة الحرارة الوسطية للمشع (^0C).

$$Tm = (Tin + Tout)/2 \quad \text{..... (2.2)}$$

حيث أن:-

T_m :- درجة الحرارة الوسطية للمشع (^0C).

T_{in} ،T_{out}:- درجة حرارة الماء الداخل والخارج إلى المشع على التوالي (^0C).

وبالرجوع إلى الجداول الخاصة بالمشعات وعند ΔT يتم معرفة كمية الحرارة التي يشعها المشع الواحد و بالتالي معرفة عدد المشعات لكل حيز. وفي هذا البحث تم اعتماد $\Delta T = 60\ ^0C$.

من خلال العلاقة التالية يتم معرفة عدد المشعات:

$$NR = QT/QR \quad \text{..... (2.3)}$$

حيث أن:-

N_R: عدد المشعات.

Q_T: الحمل الحراري الكلي للحيز.

Q_R: الحمل الحراري للمشع الواحد.

في هذا المشروع وبناءاً على اعتماد التصميم الأفضل للمشروع تم تقسيمه إلى حيزين ،وفرضنا بان الأول بحاجة إلى قدرة حرارية مقدارها 1200 واط، والحيز الثاني بحاجة إلى قدرة حرارية مقدارها 2400 واط. وبعد الرجوع إلى عدة أنواع من المشعات من شركات مختلفة تم اختيار مشعات ألمنيوم من شركةGlobal والشكل (B1) في الملحقات يوضح أبعادها ومقاطع مختلفة منها،وتتميز عن غيرها بخفة وزنها وسعرها المناسب بالإضافة لكفاءتها العالية.

وبالرجوع إلى الجدول الخاص بالمشع، جدول (A1) في الملحقات، وعند ($\Delta T=60^{o}C$)نختار المشع ذي الموديل mix350 حيث يعطي المشع الواحد 120 واط وبناءاً على هذه المعلومات فإن:-

الحيز الأول بحاجة إلى مشعين، كل مشع 5 أصابع:

عدد الأصابع= القدرة الحرارية للحيز الأول÷ القدرة الحرارية لكل أصبع- 1200÷120= 10 أصابع.

الحيز الثاني بحاجة إلى 4 مشعات، كل مشع 5 أصابع:

عدد الأصابع= القدرة الحرارية للحيز الأول÷ القدرة الحرارية لكل أصبع- 2400÷120= 20 أصابع.

2.2 المرجل (Boiler)

الجزء الأهم والأساس في شبكة التدفئة المركزية، وهو الذي يتم فيه حرق الوقود حيث تنتقل الحرارة المتولدة فيه إلى الماء الموجود داخل المرجل (وسيط التسخين). وعملية اختياره مهمة جداً، ويصنف حسب مادة الصنع، القدرة الحرارية التي ينتجها، والوقود الذي يستخدمه. يعمل المرجل على تسخين الماء لدرجات حرارة مختلفة لنقلها إلى المشعات.

يتكون المرجل عادة من حجرة الاحتراق التي يحيط بها مجموعة من المقاطع التي تحتوي على مدخل ومخرج للماء، وبذلك نضمن دوران الماء حول حجرة الاحتراق بأطول مسار ممكن حول النار لتسخينه ورفع درجة حرارته، وتعلو حجرة الاحتراق غرفة نواتج الاحتراق وتسمى حجرة اللهب أي نهاية الشعلة، تتصل بها المدخنة التي تخرج العوادم لخارج المرجل، ويغطي المرجل أطباق من العوازل الحرارية المصنعة من مواد مختلفة مثل الصوف الصخري.

لكل مرجل مجموعة تحكم كهربائية تضم حساسات مربوطة مع مفتاح التشغيل والتوقف، وهنالك مراجل متطورة تحتوي على وحدة تحكم باستخدام نظام PLC يمكن برمجتها، والهدف من هذا التحكم توفير الوقود وتأمين درجة حرارة ثابتة للحيز المدفأ.

يحتوي المرجل على عدد من المداخل والمخارج حسب الاستعمال المراد، وغالباً يحتوي على خط لتزويده بالماء، خط لتزويده بالوقود، خط للماء الداخل للشبكة، خط راجع من الشبكة، خط داخل وخط خارج لتسخين الماء لاستخدامات منزلية، خط تصريف، ومزود بالكهرباء.

عند اختيار المرجل يجب أن يكون معلوماً لدينا مسبقاً القدرة الحرارية المطلوبة، نوع الوقود المستخدم في الاحتراق، التركيب الداخلي للمرجل، والوسيط الناقل للحرارة إما بخار أو ماء ساخن. بعد حساب القدرة الحرارية المطلوبة نعمل على إضافة قيمة ثابتة لتعويض الفاقد في الحرارة الناتجة عن الأنابيب وجدران المرجل، وذلك عبر معادلة بسيطة:

$$Qb = Q(1 + a) \quad \text{.....(2.4)}$$

حيث أن:-

Q_b: تمثل قدرة المرجل الحرارية (KW).

Q: تمثل القدرة الحرارية المطلوبة للحيز المطلوب تدفئته (KW).

a: ثابت تعويض الفواقد الناتجة عن جدران المرجل والأنابيب وتساوي 0.1.

بمعرفة القدرة الحرارية التي ستعطيها المشعات، نحسب من خلال المعادلة (2.4)، القيمة الدقيقة لقدرة المرجل المطلوب:

$$Q_b = Q(1+a)$$
$$= 3600w\ (1+0.1)$$
$$= 3960w = 3.96kw.$$

إن المرجل المطلوب يجب أن تكون قدرته الحرارية عملياً 3.96KW، لكننا اخترنا مرجل قدرته الحرارية أعلى بكثير من القدرة المطلوبة، وذلك للاستفادة منه في مشاريع وتطبيقات أخرى في مشغل التفاحة مثل مشروع تدفئة تحت البلاط، وتسخين ماء لاستخدامات منزلية، وبركة سباحة.

تم اختيار مرجل حجمه صغير، شكله جميل، يحتوي بداخله على أحدث التطبيقات اللازمة والتي توفر كفاءة عالية في العمل، تحكم دقيق يقلل من حجم استهلاك الطاقة، وأمان عال. وانطبقت جميع المواصفات المرجوة على مرجل متوفر في السوق المحلي، من إنتاج شركة IMMERGAS الايطالية من نوع EOLO MAIOR 32KW، والجدول(A2) في الملحقات يوضح المعطيات الخاصة بالمرجل. يستخدم المرجل غاز البطبي كوقود تشغيل، والماء كوسيط ناقل للحرارة، ويحتوي في داخله على: حارقة للوقود، مضخة تدوير للماء، خزان تمدد بسعة 10 لتر وبضغط 1بار، مدخنة، عدد من السحابس مثل محبس ثلاثي ومحبس تعبئة ومحبس للتصريف ومحبس أمان 3بار ومحبس للغاز، ويحتوي على عدد من مفاتيح وأجهزة الأمان مثل الهواية الآلية، وكل ذلك موضح في الشكل (B2) في الملحقات، والشكل (B3) الذي يوضح أبعاد المرجل والمداخل والمخارج.

أجزاء المرجل الذي تم اختياره:

2.2.1 الحارقة (Burner)

جهاز كهروميكانيكي يقوم بتحويل الطاقة الكيميائية الموجودة في الوقود إلى طاقة حرارية، حيث تقوم بخلط الوقود والهواء بنسبة معينة وتذريره وحرقه داخل غرفة الاحتراق في المرجل ليعطي أكبر كمية ممكنة من الطاقة الحرارية. وتتكون الحارقة في العادة من الأجزاء التالية:

1- صندوق التحكم (Control Box): وهو منظم يتحكم بالأجزاء الكهربائية والميكانيكية في الحارقة، يتلقى الأوامر من قاطع التشغيل سواء كان يدوياً أو حرارياً أو خلية ضوئية ليقوم بعدها بفتح أو إغلاق مجموعة من الدوائر التي تتحكم بتشغيل أو إيقاف أجزاء الحارقة.

2- الخلية الضوئية (Photo Cell): وهي مقاومة ضوئية تتغير مقاومتها تبعاً لتعرضها للضوء حيث تقوم بإرسال إشارة لمحول الشرارة لتشغيله أو إيقافه بناءاً على تأثرها بالشعلة، ويجب تنظيفها بشكل مستمر لضمان استمرار عملها بشكل جيد.

3- محول الشرارة (Transformer): يقوم برفع الجهد من (220-10000)فولت، ونتيجة لذلك تتكون الشرارة.

4- قطبي الشرارة (Electrode Assembly): وهما عبارة عن أسلاك حديدية يدخل في تركيبها النكل والكروم حتى تتحمل درجات حرارة عالية وتحاط بطبقة من السيراميك أو البورسلان لمنع تسرب الشحنات الكهربائية إلى جسم الحارقة، والمسافة بين السلكين من (2-3)ملم.

5- المحرك الكهربائي (Electric Motor): وهو الذي يزود الحارقة بالتيار الكهربائي الذي يلزم لتشغيل مضخة الوقود ومروحة الهواء.

6- المروحة (Fan): تقوم بدفع الهواء إلى داخل غرفة الاحتراق وهي من النوع الطاردة عن المركز.

7- مضخة الوقود (Oil Pump): تعمل على ضخ الوقود إلى غرفة الاحتراق وترفع ضغطه من (10-12)بار، وهي عبارة عن مضخة ترسية.

8- الصمام الكهرومغناطيسي (Solenoid Valve): يوضع على المضخة وبعد عمل المحرك بحوالي (15-30)ثانية يفتح ويدخل الوقود لغرفة الاحتراق، ويقوم بقطع الوقود فور قطع الدائرة الكهربائية.

9- الفالة (Nozzle): يتلخص عملها في تذرير كمية الوقود المناسبة للمرجل ورشها بالشكل والزاوية المناسبين، ويتم اختيارها بناءاً على كمية الوقود التي تسمح بتمريرها في الساعة وزاوية الرش.

آلية عمل الحارقة

في بداية التشغيل المحرك الكهربائي ومحول الشرارة وبعد فترة زمنية تعتمد على نوع صندوق التحكم تعمل على فتح الصمام الكهرومغناطيسي ليمر الوقود إلى الفالة ثم تتم عملية الاحتراق، فتتأثر الخلية الضوئية بالشعلة الناتجة عن الاحتراق فتتغير مقاومتها فيتأثر بذلك صندوق التحكم فيقوم بفصل محول الشرارة عن الدائرة الكهربائية، وفي حال وجود خلل في النظام يتوقف عن العمل وتعمل لمبة الإشارة الموجودة في صندوق التحكم.

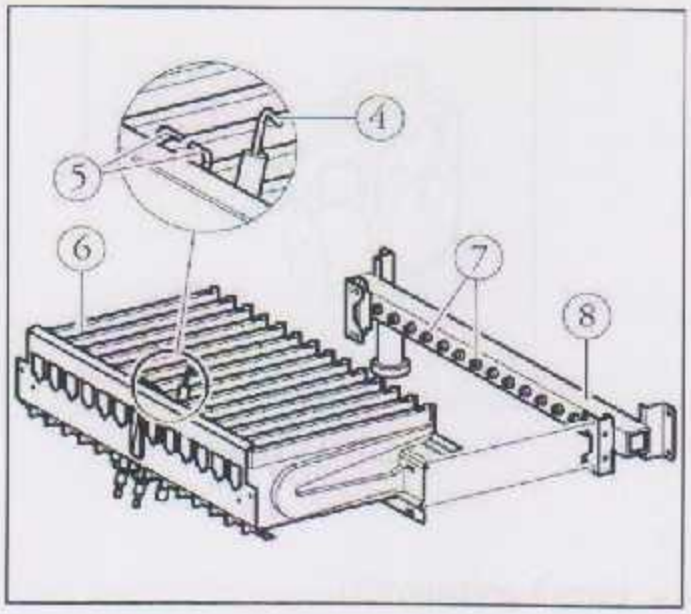
الحارقة هي الجزء الرئيس في نظام التدفئة الذي يتوقف عليه عملية الاحتراق، لذا فإن اختيار الحارقة المناسبة لأي مرجل يشكل عاملاً رئيساً في زيادة كفاءة المرجل وقدرته الحرارية، كما يقلل كمية استهلاك الوقود.ويعتمد اختيار الحارقة على نوع المرجل وقدرته الحرارية، ونوع الوقود المستعمل ودرجة حرارته ولزوجته،وهذه الأمور أساسية. الشكل(2.2) يوضح الحارقة الموجودة في مرجل الغاز الذي قمنا باختياره وأجزاءها المختلفة:

1- الفتحات الصغيرة عبارة عن (Nozzle) يخرج منها الغاز (رقم7).

2- مجمع يجمع الفتحات التي يخرج الغاز منها(رقم8).

3- أنابيب دقيقة يختلط فيها الغاز بالهواء ليحدث الاحتراق(رقم6).

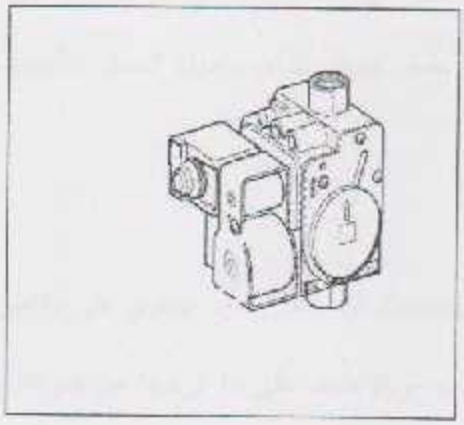
4- قطبي الشرارة الذي تصدر عنه الشرارة الكهربائية (رقم5).



الشكل(2.2) أجزاء الحارقة.

يتحكم بإدخال الغاز إلى الحارقة صمام كهربائي وظيفته الفتح والإغلاق للتحكم بكمية الغاز، ويكون صمام الغاز مربوط مع لوحة تحكم الكترونية تعطيه أوامر العمل، يتكون الصمام من ملفات متصلة كهربائياً مع بعضها على التوازي والشكل(2.3) يوضح شكل الصمام وأجزاءه، كما ويتحكم الصمام بضغط الغاز داخل غرفة الاحتراق ويحافظ على القيمة حسب القدرة الحرارية، بحيث يكون مربوط مع مقياس ضغط أحد طرفيه في غرفة الاحتراق.

تختلف فتحة خروج الغاز إلى الحارقة حسب الغاز المستخدم، ففي حال أن الغاز المستخدم هو غاز البيوتان فان قطر الفتحة يساوي 0.79مم وهذا مبين في جدول (A2) في الملحقات، كذلك يعتمد معدل التدفق لنفس الغاز على القدرة الحرارية التي يتم تشغيل المرجل عليها وعليه فان معدل التدفق عند أعلى قدرة تشغيل (32kw) هو 2.7كغم\ساعة وبضغط 28.2ملي بار، ولكل قدرة تشغيل حرارية معدل تدفق وضغط معين موضح في جدول (A3) في الملحقات.



الشكل(2.3) صمام الغاز.

2.2.2 مضخة التدوير (Circulating Pump)

الآلة التي تعمل على تحويل الطاقة الميكانيكية إلى الطاقة الهيدروليكية، وتدار بواسطة محرك كهربائي مما يولد ضغطاً داخل المضخة للتغلب على الاحتكاك الذي يصادفه السائل داخل الأنابيب. وتستعمل في نظام التدفئة المركزية لدفع الماء من المرجل إلى المشعات حيث توفر المعدلات اللازمة من الماء لعمل أنظمة التدفئة ولتدوير الماء داخل غرفة الاحتراق.

تصنف المضخات إلى أنواع كثيرة منها: المضخات الترددية، المضخات الدوارة، مضخات التروس، مضخات الريش، و المضخات الطاردة المركزية وهي الأكثر استخداماً في تطبيقات التدفئة، وتصنع من الحديد السكب أو الفولاذ المقاوم للصدأ (Stainless Steel).

المرجل الذي تم اعتماده في المشروع يستخدم مضخة ذات سرعات مختلفة Variable speed pumping حيث يتم التحكم في السرعات بناء على كمية التدفق حسب الاستخدام (التدفئة أو الاستخدام المنزلي للماء الساخن)، فعند الضغط على نوع الاستخدام من لوحة التحكم تعطى الإشارة لمجس فرق الضغط differential pressure sensor والذي بدوره يعطي الأمر للمضخة للدوران بالسرعة المطلوبة.

يعتبر اختيار المضخة والأنابيب في العادة متلازمان، ويعتمد الاختيار على القدرة الحرارية للحيز الذي سيتم رفع الماء الساخن إليه، مقدار التدفق للماء، وطول المسار للأنابيب الذي ستعمل المضخة على التغلب على الاحتكاك بداخله.

المشروع مقسم إلى حيزين (2 Zones)، الحيز الأول يحتوي على مشعين والثاني أربع مشعات، وعند حساب القدرة الحرارية لكل حيز نجد وبالاعتماد على ما فرضنا من قدرات حرارية لكل حيز، أن الحيز الأول قدرته الحرارية تساوي 1.2كيلوواط، والحيز الثاني قدرته الحرارية تساوي 2.4كيلوواط. ولحساب التدفق في الأنابيب نستخدم المعادلة التالية:-

$$\dot{m} = Q / C_p \Delta T \quad \text{..... (2.5)}$$

حيث أن :-

$\dot{m}$: التدفق الكتلي للماء (Kg/s).

Q: القدرة الحرارية للمرجل (KW).

ΔT: الفرق في درجة حرارة الماء الداخل للمشع والخارج منه وتساوي ($^{\circ}C$ 10-15).

Cp: الحرارة النوعية للماء وتساوي (4.186 kJ/kg. $^{\circ}C$) من جدول (A6).

و بناءا على ما سبق فإن التدفق للحيز الأول :

$$\dot{m} = 1.2/4.186*10$$
$$= 0.028 \text{ kg/s}.$$

وللتحويل من تدفق كتلي إلى تدفق حجمي نستخدم العلاقات التالية:

$$V = m/\rho \quad \text{..... (2.6)}$$

حيث أن:-

V: الحجم = $0.028\ Kg/(1000kg/m^3) = 0.028 * 10^{-3}\ m^3$.

m: الكتلة.

ρ: الكثافة.

وتتحويل وحدة المتر مكعب إلى لتر

الحجم = $0.028 * 10^{-3} * 1000 = 0.028L$

بناءا على ما سبق فان التدفق الحجمي للماء في الحيز الأول = 0.028 L/s

ومن خلال الجدول (A4) في الملحقات نحدد السرعة المطلوبة في الخطوط الرئيسية والفرعية وخط السحب والتزويد، و نحدد نوع الأنابيب الذي سنستخدمه من أجل الرجوع إلى المخطط الخاص بتحديد الأقطار له، وقد اخترنا استخدام أنابيب فولاذ أسود(black steel)، وسرعة الماء داخل الأنابيب تكون (0.9-3m/s) ثم نتوجه إلى الجدول (A5)في الملحقات لنحدد القطر المناسب للأنابيب والضغط. نجد أن التدفق الموجود قليل جداً لذا نستخدم التدفق 0.2L/s والذي يتقاطع مع سرعة 1m/s وقطر 15mm ويساوي تقريباً 0.5 إنش وضغط $1000pa/m^2$.

ثم يأتي تحديد المضخة اللازمة، وهي تعتمد على أطول مسار، والذي نقيسه من خلال مخطط المشروع الموجودة في الملحقات (B4)، ونجد الطول يساوي 5م، نضرب الطول بمعامل الفاقد (1.5):

5m*1.5= 7.5m

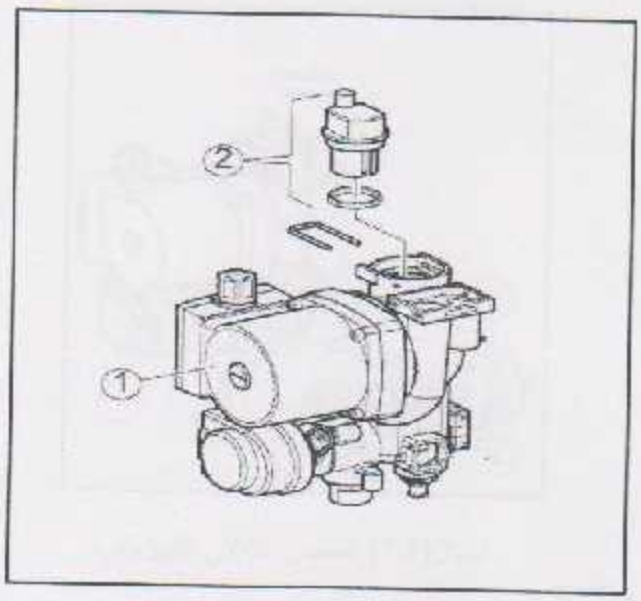
7.5*1000= 7500 Pa= 7.5KPa = 7.5m Head.

ومن خلال جداول المضخات نحدد المضخة المطلوبة وقد أصبح لدينا التدفق و Head معروفان، وبنفس الطريقة نحدد قطر الأنابيب والمضخة اللازمة للحيز الثاني ونجد من خلال الحسابات أن هناك تماثل كبير بين الاختيارين بسبب التدفق القليل.

وبسبب أن التدفق قليل نكتفي بالمضخة الموجودة داخل المرجل الذي تم اختياره، ولا داعي لإضافة مضخات أخرى خارجية، والشكل (2.4) يوضح شكل المضخة، ومن خلال جدول (A2) في الملحقات نجد أن قدرتها تساوي 0.28HP، وتدفقها 0.765L/s، والأرقام في الصورة تمثل:-

1- المحرك الكهربائي للمضخة.

2- هواية لإخراج أي هواء يمر خلال المضخة.



الشكل (2.4) مضخة التدوير.

2.2.3 المحبس الثلاثي (3-Way Valve)

يعمل على التحكم الآلي بتدفق الماء، ويحول مسار الماء عند وصول درجة حرارة الحيز المدفأ للدرجة المطلوبة، إلى مبادل حراري والذي بدوره يعمل على إرسال الماء الساخن للاستخدام المنزلي، وعند

تغير درجة حرارة الحبر يتلقى المحبس أوامر بإعادة تدفق الماء إلى شبكة التدفئة. يتكون المحبس الثلاثي من أجزاء رئيسية حسب الشكل (2.5) وهي حسب أرقامها:

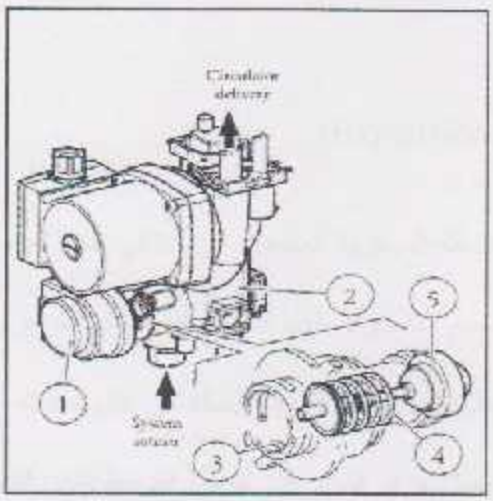
1- محرك كهربائي: تتحكم في تشغيله لوحة التحكم الرئيسية للمرجل، عندما يعمل يقوم بتحريك اسطوانة مربوطة مع نابض لإغلاق مدخل المبادل الحراري، أو الخط الراجع من شبكة التدفئة، حسب الحاجة.

2- الهيكل الخارجي للمحبس.

3- خرطوشة تحوي بداخلها الاسطوانة مع النابض.

4- النابض.

5- الاسطوانة وهي الجزء المتحرك لإغلاق المداخل المختلفة.

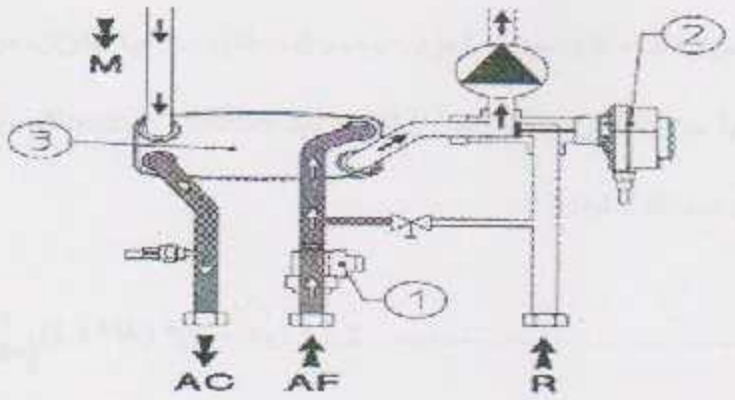


الشكل(2.5) المحبس الثلاثي الكهربائي.

2.2.4 المبادل الحراري (Heat Exchanger)

عبارة عن لوحات من الفولاذ المقاوم للصدأ مركبة على بعضها، وعددها 22 لوحة، تمر به دورتين وهما: الدورة الأساسية وفيها يتوجه الماء الساخن بعد خروجه من غرفة الاحتراق إلى المبادل الحراري الذي يمتص الحرارة ثم يعود الماء مباشرة إلى غرفة الاحتراق ليتم تسخينه مرة أخرى. والدورة الثانوية وفيها

يدخل الماء البارد إلى المبادل الحراري قادما من خزان خارجي، ليتم تسخينه بفعل حرارة اكتسبها المبادل من الدورة الأساسية ثم يعود إلى خزان اخر تخزن فيه الماء الساخنة لاستخدامها في أغراض أخرى غير التدفئة. عملية دخول وخروج الماء موضحة في الشكل (2.6)، والمبادل الحراري مشار إليه بالرقم 3.



الشكل (2.6) :خول وخروج الماء في المبادل الحراري.

2.2.5 خزان التمدد (Expansion Tank)

يتم تركيبه في شبكات التدفئة المركزية لاستيعاب الزيادة في حجم الماء في الشبكة نتيجة التغير في درجات الحرارة ، حيث أن حجم الماء يزيد بفعل التسخين وزيادة درجة حرارته، و يقل عند التبريد. كما يحتوي خزان التمدد على خط سائل فرعي لتزويد الشبكة في حال حدوث نقص في كمية السائل نتيجة التسرب من الوصلات. كما يعمل خزان التمدد على معادلة الضغط داخل الشبكة.

خزان التمدد نوعان، المفتوح والمغلق، المفتوح يكون مفتوح للهواء وحجمه كبير، يتم تركيبه أعلى البنايات وكان يستخدم في السابق أما اليوم فاستخدامه قليل، وحل مكانه خزان التمدد المغلق والذي يسمى أيضا خزان الانضغاط، يحتوي بداخله على هواء أو نيتروجين أو غشاء مطاطي، ويتميز عن الخزان المفتوح بصغر حجمه. عندما يزيد حجم الماء في الشبكة يزيد الضغط في الشبكة، فيضغط الهواء أو النيتروجين أو الغشاء المطاطي جاذباً معه كمية الماء الزائدة، وعند عودة الماء لحجمه الطبيعي يقل الضغط فيقوم خزان التمدد بضخ الماء الذي بداخله إلى الشبكة، فيزيد الضغط.

يركب خزان التمدد عادة قبل المضخة (في خط السحب) حتى يعطي ضغط موجب وبالتالي يمنع حدوث ظاهرة التكهف التي تعمل على تلف المضخة.

يعتمد اختيار خزان التمدد على القدرة الحرارية للمرجل بشكل أساسي، كما يجب أن نعرف أقل درجة حرارة وأعلى درجة حرارة للماء الذي سيدخل الخزان، وحجم الماء الذي يستوعبه الخزان. من جدول (A6) في الملحقات عند درجة حرارة 30س، ودرجة حرارة 90س، نجد (Specific Volume). ويتم حساب حجم خزان التمدد من خلال المعادلة التالية:-

$$V_{EX} = \sum_{\emptyset=\frac{1}{2}}^{N} (L\emptyset * W) * (v_h - v_L) * 1.2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.7)$$

حيث أن:-

v_h:- الحجم النوعي عند أعلى درجة حرارة يصل اليها الماء (m^3/Kg).

v_L:- الحجم النوعي عند أدنى درجة حرارة يصل اليها الماء (m^3/Kg).

$\emptyset$:- قطر الماسورة التي يمر بها الماء.

$L\emptyset$:- طول الأنبوبة عند قطر معين (m).

W:- كتلة الماء لكل متر طولي عند قطر معين (Kg/m).

1.2 :- معامل أمان.

خزان التمدد الموجود داخل المرجل سعته 7.4لتر، وضغطه 1بار، وهذا موضح في جدول (A2) الخاص بالمرجل في الملحقات وموقعه خلف المرجل، والشكل(2.7) هو خزان التمدد الموجود في المرجل.

الشكل (2.7) خزان التمدد.

2.2.6 المدخنة (Chimney)

يتم تركيبها على المرجل لنقل نواتج الاحتراق من غازات ودخان من حجرة الاحتراق إلى خارج غرفة المرجل، وتلعب المدخنة دوراً مهماً في عملية الاحتراق بالاعتماد على مدى قدرتها على التصريف الصحيح وعدم إبقاء أي شيء من العوادم و موازنة الضغط داخل غرفة الاحتراق، ومن المداخن ما يتم بناءه من الطوب الناري والاسمنت المسلح، ومنها ما يصنع من الصاج الذي لا يصدأ على شكل أنبوبة تحاط بطبقة عازلة ثم تغلف بصفائح الألمنيوم أو الصاج وهي الأكثر استعمالاً في التدفئة المركزية.

نأخذ بعين الاعتبار في اختيار المدخنة ارتفاعها ومساحة مقطع المدخنة بشكل أساسي، وتعتمد في اختيارها على قدرة المرجل ونوع الوقود المستخدم. إن عملية خروج عوادم الاحتراق من غرفة الاحتراق عبر المدخنة، يؤدي لسحب الهواء اللازم لإتمام عملية الاحتراق، وعملية سحب الهواء تتم بشكل الي عن طريق مروحة موجودة أسفل المدخنة، أو بشكل طبيعي نتيجة الفرق الحاصل بين وزن عمود الغازات الساخنة الصاعدة في المدخنة، ووزن عمود مساوٍ له من الهواء البارد خارجها. ونظراً لأن كثافة العوادم داخل المدخنة أقل من كثافة الهواء خارجها، فإن الضغط داخل المدخنة قرب القاعدة يكون أقل من الخارج، ويسمى

هذا الفرق سحب المدخنة، وهو الذي يؤدي إلى سحب الهواء داخل غرفة الاحتراق وبالتالي خروج غازات الاحتراق خلال المدخنة.

في حساب قطر المدخنة المناسب تستخدم المعادلة التالية:

$$Ac = \dot{m}g/\rho g v \quad \text{.....(2.8)}$$

حيث أن :-

Ac: مساحة مقطع المدخنة بالمتر المربع.

$\dot{m}g$: معدل تدفق الغازات العادمة عبر المدخنة ولها قانون حسابي بوحدة(kg/s).

ρ_g: كثافة الغاز المستخدم كوقود ويساوي (2.489 kg/m3) حسب جدول (A8)في الملحقات.

v: سرعة خروج الغازات وتقدر من (3-5)م/ث.

$$\dot{m}g = Q/\eta Cv \quad \text{.....(2.9)}$$

حيث أن:-

Q: قدرة المرجل بالكيلو واط، وهي للمرجل الذي تم اختياره= 32Kw.

η: فعالية المرجل، وهي للمرجل الذي تم اختياره عند تشغيل 30%= 91.5%، الجدول (A2) في الملحقات.

Cv: القيمة الحرارية للغاز المستخدم كوقود وهو غاز البيوتان، وحسب جدول (A9) في الملحقات فإن CV_{butane}=133000kj/kg.

ولحساب ارتفاع المدخنة نستعين بالجدول (A7) في الملحقات، الذي يربط بين قدرة المرجل الحرارية ومساحة مقطع المدخنة وارتفاعها.

2.3 الأنابيب (Piping)

تعمل الأنابيب على ربط أجزاء الشبكة مع بعضها البعض، ونقل الماء من وإلى المرجل عبر سلسلة من المحطات. تصنع الأنابيب المستخدمة في التدفئة من النحاس، البلاستيك، أو الفولاذ وبأقطار مختلفة.

الأنابيب الفولاذية هي الأكثر استخداماً في شبكات التدفئة مع الوصلات المناسبة، ومنها أنابيب مغلفة وغير مغلفة، ويعتبر رخيص نسبياً ويتحمل ضغوطاً عالية، وتحتوي على سطح ناعم يقلل من ضغط الماء المتدفق على الجدران الداخلية. أما أنابيب النحاس فهي عالية الثمن وأكثر مرونة وسمكها أقل، تتميز أيضا بخفتها وسهولة تركيبها ووجود أكثر من نوع لها، ويستخدم اللحام لتركيبها. الأنابيب البلاستيكية يوجد منها أكثر من نوع وهي (PVC)، (UPVC)، و(Thermoplastic).

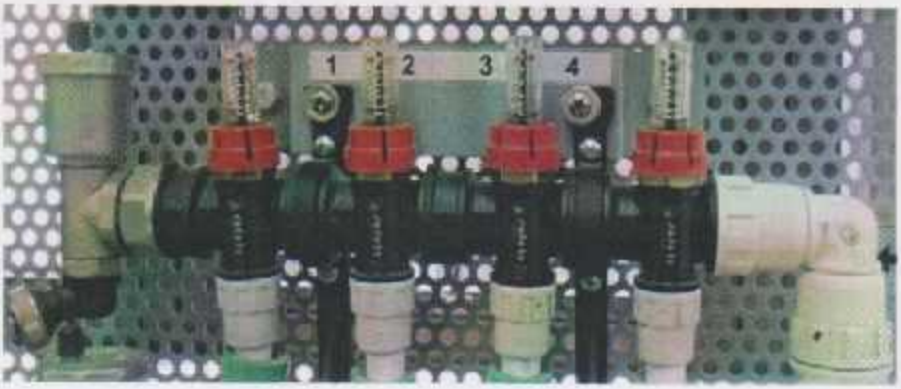
في حسابات المضخة بينا كذلك كيفية اختيار الأقطار المناسبة للأنابيب وحسابها بسبب الارتباط بين اختيار الأنابيب والمضخات، وقد تم اختيار أنابيب فولاذية قطرها 0.5إنش.

2.4 المحابس (Valves)

تتحكم في التدفق داخل الشبكة، لذلك يتم تركيبها في مواقع مختلفة من الشبكة. ومنها ما يكون يدوياً أو آلياً يعتمد في تشغيله على الضغط في الشبكة أو درجة الحرارة في الحيز المدفأ أو درجة حرارة الماء التي تقاس باستخدام حساسات مختلفة للحرارة ، وتعتبر المحابس من أجهزة الأمان والتحكم بنفس الوقت، كما تعمل على توفير أكبر قدر ممكن من الطاقة.وتصنف عدة أنواع حسب عدد المداخل والاتجاه مثل المحبس ذات اتجاه واحد، محبس ذات اتجاهين، محبس ثلاثي، ومحبس رباعي ولكل محبس وظيفته الخاصة، وسيتم في الفصل الثالث الحديث عن بعض أنواع المحابس بالتفصيل.

2.5 المجمعات (Collector)

أنبوب مصنوع من النحاس أو الفولاذ أو مواد أخرى، مثقب عدد من الثقوب التي يتم تركيب محابس عليها، تركب في شبكة التدفئة المركزية لتوزيع الماء واستقباله من وإلى عدة أماكن، وتقسم إلى مجمعات المياه لخطوط التغذية وتعمل على استقبال الماء الساخن من المرجل وتوزيعه على المشعات، ومجمعات المياه لخطوط الراجع التي تستقبل الماء الراجع من المشعات وإرساله للمرجل لإعادة تسخينه.



شكل (2.8) مجمع ماء مصنوع من البلاستيك.

2.6 الوقود (Fuel)

يعتبر الوقود السائل (السولار) الأكثر استخداماً كوقود للمراجل في مشاريع التدفئة، لكن في هذا المشروع توجهنا لاستخدام الوقود الغازي (غاز البيوتان) والمعروف بغاز الطهي، لعدة ميزات منها:

1- عدم تلويثه للبيئة.

2- سرعة اشتعاله.

3- المحافظة على نظافة مدخنة المرجل من الرواسب الكربونية.

لكن استخدام الوقود الغازي يواجه مخاطر الاشتعال نتيجة أي تسرب أو خلل في شبكة الغاز، لذلك فإن مرجل الغاز الذي تم اختياره مزود بكل وسائل الأمان والحماية الممكنة. الجداول (A8) و (A9) في الملحقات، تبين بعض خصائص غاز البيوتان.

2.7 الإطار (Frame)

عبارة عن لوحة مصنوعة من أعمدة الحديد، يستخدم لتثبيت أجزاء النظام عليه، ويتم تصميمه بحيث يكون متوازناً وله القدرة على حمل الوزن الكلي للنظام، وسيتم تركيب عجلات خاصة لتسهيل حركة الإطار، ويلف هذا الإطار طبقة من الصاج المخرم.

ثلاثة أمور نختارها في الإطار، التصميم المناسب لعمل التوازن المطلوب، ونوع الحديد وأبعاده القادر على حمل وزن الأجهزة والمعدات المكونة للمشروع، وأخيرا اختيار العجلات المناسبة والتي لها قدرة على حمل وزن الأجهزة مع وزن الحديد المكون للإطار. أبعاد الإطار تناسب أبعاد القطع المختارة بحيث لا يكون الإطار زيادة عن المطلوب وبالتالي تكاليف زائدة. يتكون الإطار من شقين، الأول لتثبيت المشعات وتوابعها وقاعدته (1*2)م، والثاني يثبت عليه المرجل والمجمعات وتوابعها وقاعدته(1*1)م.

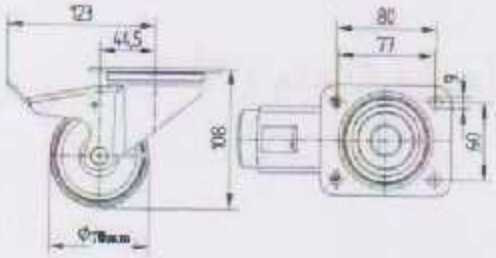
الوزن الكلي المعلق على الإطار الأول عبارة عن وزن المشعات وتوابعها والأنابيب والمحابس والتي تقدر ب75كغم، والوزن على الإطار الثاني عبارة عن وزن المرجل والمجمعات وتوابعهما والأنابيب والمقدر ب78كغم.

الحديد المستخدم مقسم إلى نوعين:

1- حديد بروفيل 2مم، (8/4)سم، وزن كل 6م- 22كغم، نستخدمه لصنع القاعدة الأرضية، وهي بحاجة إلى 16م ووزنها يعادل 58.6 كغم، القاعدة الأولى 10م ووزنها 36.6كغم، والثانية 6م ووزنها 22كغم .

2- حديد بروفيل 2مم، (4/4)سم، وزن كل 6م= 12كغم، ونستخدمه لصنع الحمالة العمودية، وهي بحاجة إلى 25.2م ووزنها يعادل 50.4كغم، الإطار الأول 18.2م ووزنه 36.4كغم، والثاني 7م ووزنه 14كغم.

إذن العجلات اللازمة في الإطار الأول يجب أن تتحمل وزن مقداره تقريبا 129كغم، وهي تتوافق مع عجلات من نوع أكيلون قطر العجل 7سم وعدد 6 عجلات. والإطار الثاني بحاجة لعجلات من نفس النوع عدد 4 تتحمل وزن 114كغم، الشكل (2.7) يوضح أبعاد العجلات.



الشكل (2.7) العجل.

بعد تجهيز هيكل الإطار لم يبقى إلا طلائه بدهان مناسب، وتلبيسه بصاج سمك 2مم مخرم، لسهولة تثبيت القطع عليه. وجميع أبعاد الإطار موضحة في الشكل(B5) و (B6) و(B7)في الملحقات.

الفصل الثالث

أجهزة التحكم والأمان

التحكم في تدفق الماء إلى المشعات والتحكم بدرجة حرارته المطلوبة في الحيز المراد تدفئته، كذلك التحكم في توجيه الماء إلى الحيز المحدد فقط، كل ذلك عن طريق ربط مجسات حرارة وضغط مركبة على النظام مع عدد من الصمامات التي تعمل بشكل آلي، ويتم ربطها أيضا مع صندوق التحكم للحارقة في المرجل، والهدف من ذلك توفير أكبر قدر ممكن من الحماية و توفير الطاقة المستهلكة خلال العملية.

أما أجهزة الأمان فهي عبارة عن قطع يتم تركيبها على أجزاء مختلفة من النظام، لحمايتها وحماية النظام واستمرار تشغيله بشكل سليم. وسنتطرق للحديث عن التحكم والأمان في فصل منفصل نذكر فيه أنواع الأجهزة وأماكن تركيبها ووظيفتها وغير ذلك.

3.1 محبس مشع مع ثيرموستات

محبس تنظيم ذاتي يتم تركيبه على مدخل الماء إلى المشعات، يتحكم وينظم دخول الماء إلى المشع بالاعتماد على درجة حرارة الحيز الموجود فيه، والهدف من تركيبه هو التوفير في الطاقة والحصول على درجة الحرارة المطلوبة للغرفة. يتحكم بعمل المحبس تعيين درجة الحرارة المطلوبة والحمل الحراري للحيز ، والشكل 3.1 يبين شكل المحبس الخارجي وكيفية تعيين درجة الوضع المناسب عليه.

الشكل (3.1) محبس مشع مع ثيرموستات

يتكون من:

1- هيكل المحبس: ويصنع من النحاس الأحمر أو من البرونز بأحجام وأشكال مختلفة، يعمل على تنظيم تدفق الماء الساخن للمشع، يوجد بداخله مخروط مطاطي.

2- الحساس: يصنع من البلاستيك ، يكون بداخله مادة حساسة تتأثر بتغير درجة الحرارة مثل الغاز، عندما ترتفع درجة حرارة الحيز فان هذه المادة تتمدد وفي حال انخفاض درجة الحرارة فإنها تتقلص، وهذه العملية تؤثر على محرك ميكانيكي يكون مربوطا مع الحساس ومع محور دوران طرفه الثاني مع المخروط المطاطي، وهذا يسمح أو يمنع مرور الماء الساخن. الشكل (3.2) يبين التركيب الداخلي للمحبس.

طريقة العمل:

كما ذكرنا فان درجة حرارة الغرفة تلعب الدور الأساسي في عمله، فتغيرها يؤثر على المادة الموجودة داخل الحساس إما بالتمدد أو بالتقلص، وبالتالي تحرك المحرك الميكانيكي والذي بدوره ينقل الحركة بواسطة محور دوران إلى المخروط المطاطي ليغلق أو يفتح الفتحة التي يدخل منها الماء إلى المشع، وبالتالي يحدث التحكم المطلوب.

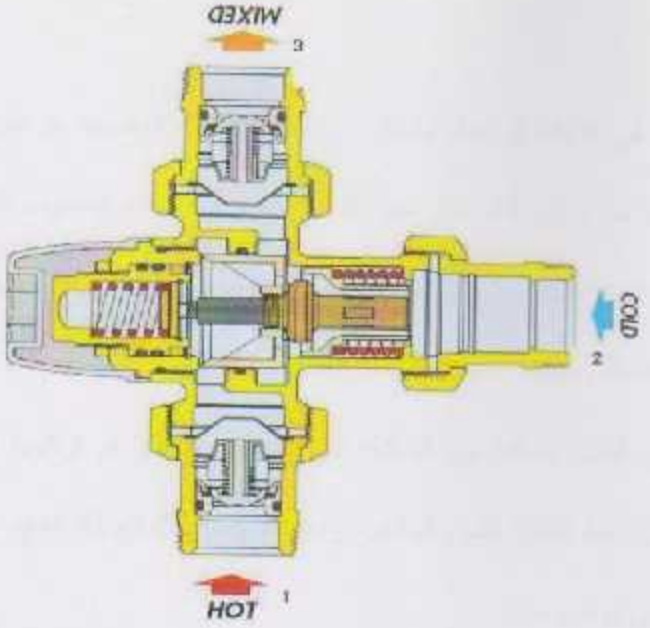
ومن أول الشركات التي اخترعت المحبس هي شركة دانفوس، وهي من أشهر الشركات في هذا المجال، وعند شراء المحبس يتم اختياره بناءاً على الشركة المصنعة والأقطار المطلوبة ودرجات الحرارة المتاحة.

الشكل(3.2) مكونات المحبس من الداخل

3.2 المحبس الثلاثي

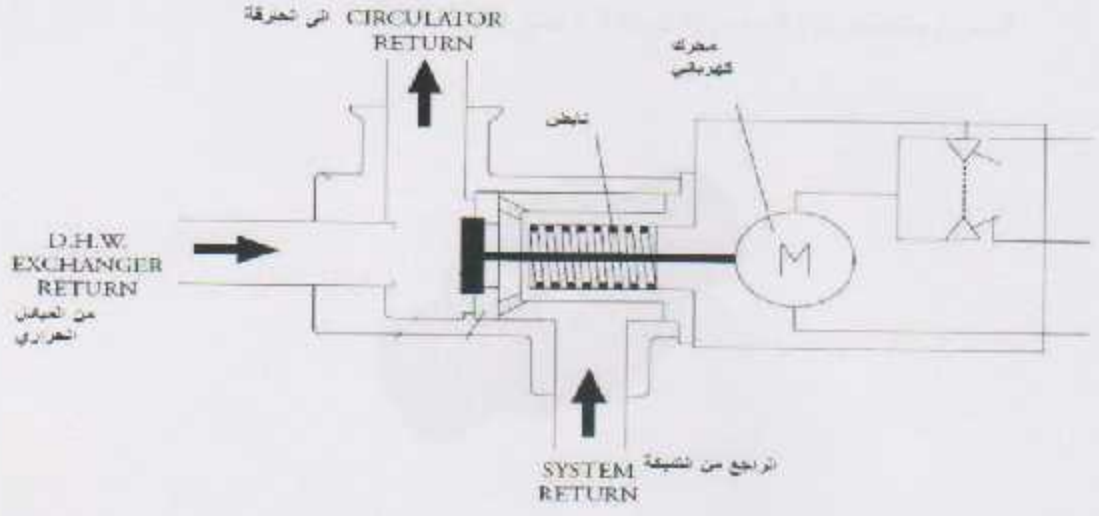
محبس بثلاثة فتحات يتم تركيبه في شبكة التدفئة المركزية لتوفير أكبر قدر ممكن من الطاقة، يشبه إلى حد كبير محبس المشع السابق في عمله وتركيبه، لكن المحبس الثلاثي يقوم بمنع تدفق الماء الساخن من أنبوب وفتح لآخر حسب الحاجة، ويتم تركيبه على خط تغذية حيز بأكمله بالماء الساخن. يتكون المحبس الثلاثي من محرك كهربائي متصل مع حساس حرارة موجود داخل الحيز الذي يتم عمل تنظيم لتدفق الماء الساخن إليه.

في هذا المشروع نستخدم المحبس الثلاثي في مكانين، الأول على خط تغذية الحيز الأول بالماء الساخن، بحيث توصل الطرف رقم (1) كما في الشكل (3.3) مع الخط المزود بالماء الساخن، والطرف رقم(2) مع خط الماء الراجع من نفس الحيز، والطرف رقم(3) هو المتوجه إلى الحيز مباشرة. عند تلقي المحرك الكهربائي إشارة من الحساس بوصول درجة الحرارة في الحيز إلى المطلوبة فان المحرك يغلق المدخل رقم (1) ويفتح (2)، وهنا يستمر الماء الراجع بالدوران داخل الحيز حتى تنخفض درجة الحرارة، ليقوم المحرك بفتح مدخل رقم (1) وإغلاق المدخل رقم (2)، وهكذا تستمر العملية.



الشكل(3.3) التركيب الداخلي للمحبس الثلاثي.

محبس ثلاثي آخر موجود داخل المرجل المختار، طرف موصول مع الخط الراجع من الشبكة، الطرف الثاني موصول مع المبادل الحراري، والطرف الثالث مع الخط المتوجه إلى غرفة الاحتراق. عند عدم حاجة الشبكة للماء الساخن نتيجة الوصول لدرجة الحرارة المطلوبة فإن المحبس يغلق خط الماء الراجع من الشبكة ويفتح خط المبادل الحراري الذي يستفيد من الماء الساخن، وعند انخفاض درجة الحرارة يغلق مدخل المبادل الحراري ويفتح خط الراجع من الشبكة وهكذا، والشكل 3.4 توضح المداخل للمحبس.



الشكل(3.4)المحبس الثلاثي داخل المرجل

3.3 تنفيسة الهواء

الهواء الموجود في الشبكة قد يعمل مشاكل عديدة منها إتلاف المضخة عن طريق حدوث المطرقة الهيدروليكية، ولذلك لا بد من وجود أداة تعمل على التخلص من هذا الهواء المتسرب للشبكة. تنفيسة الهواء عبارة عن قطعة صغيرة تعمل بشكل يدوي أو آلي يتم تركيبها في أعلى نقطة من الأنابيب، تصنع من النحاس أو الألمنيوم حتى تقاوم الصدأ والتآكل.

توجد التنفيسة في أماكن مختلفة من الشبكة، ففي المرجل المختار تم تركيبها على المضخة، وفي المشعات يتم تركيبها مقابل خط التغذية بالماء الساخن، وعلى المجمعات الدافع والراجع.

تقسم التنفيسة إلى نوعين هما:

1- اليدوي: يتم إخراج الهواء المتجمع في الشبكة عن طريق فتحها وإغلاقها يدوياً، والشكل 3.5 توضح شكلها الخارجي.

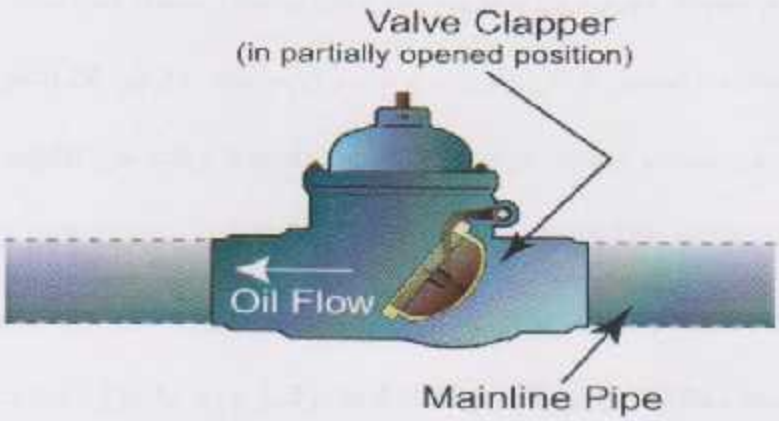
2- الآلي: بسيطة التركيب تتخلص من الهواء المتجمع عن طريق الفتح والإغلاق بشكل آلي، حيث يوجد بداخلها قرص، في حال وجود الماء يكون القرص رطباً منتفخاً، وفي ظل وجود الهواء فان القرص ينكمش ويفتح الطريق للهواء للخروج عبر مخرج التنفيسة، بعدها يحل الماء مكان الهواء ويعاود القرص الانتفاخ وإغلاق المخرج. ونوع آخر يكون بداخله عوامة داخل التنفيسة، تطفو في ظل وجود الماء لتغلق فتحة الخروج، وتنزل للأسفل في حال تجمع الهواء لتفتح المخرج وتتخلص من الهواء والشكل 3.6 توضح التنفيسة الآلية.

الشكل(3.5) تنفيسة يدوية

الشكل(3.6)تنفيسة آلية

3.4 الردّاد

محبس ذات مدخل ومخرج لدخول وخروج الماء، يسمح بمرور الماء باتجاه واحد فقط، يتميز ببساطته وصغر حجمه، والتحكم به آلي وبدون أي محرك خارجي، يتم اختياره وفقا للضغط الذي سيتعرض له حتى يستطيع المقاومة بدون أن يحدث له أي كسر، ويوجد منه أنواع وأحجام وأشكال متنوعة، والشكل 3.7 توضح نموذجاً مبسطاً لمحبس الرداد.



الشكل(3.7) رداد

3.5 المجسات

المجس هو عبارة عن عنصر يقوم باستشعار الكميات الفيزيائية كالحرارة والضغط والسرعة والحركة والقوة والضوء والصوت ومن ثم تحويلها إلى كميات كهربائية مكافئة لتلك الكميات الفيزيائية. وتستخدم في شبكات التدفئة المركزية للمساعدة في عمليات التحكم والأمان المختلفة.

3.5.1 مجسات الحرارة (Thermostat)

وهي عبارة عن عنصر يقوم باستشعار درجة حرارة الوسط المحيط، وتحتوي عادة على عنصر حساس يتغير شكله أو خواصه بتغير درجات الحرارة فتنشأ عن ذلك قوة ميكانيكية أو إشارة كهربائية تعمل على فتح أو قفل الدوائر الكهربائية التي تتحكم في الحرارة. هناك العديد من الأنواع تختلف في مبدأ العمل والتركيب الداخلي لها.

تم استخدام مجسات الحرارة في المشروع بعدة أماكن وبأشكال مختلفة، فكما أسلفنا أن هناك محبس مشع مع ثيرموستات، والمحبس الثلاثي يكون مربوط مع ثيرموستات خارجي للاستشعار بدرجة حرارة الحيز، بالإضافة إلى استخدام مجسات حرارة من نوع Bimetallic تركب على الأنابيب مباشرة لمعرفة درجة حرارة الماء المتدفق فيها كما في الشكل(3.8)، وهناك ثلاثة أخرى مجسات تقيس درجة حرارة كل حيز وتسمى Room Thermostat كما في الشكل(3.9). وبالنسبة للمرجل فان بداخله منظومة تحكم كاملة تحتوي على مجسات مختلفة لقياس درجة حرارة الماء الداخل والخارج ودرجة حرارة الغازات العادمة.

الشكل(3.8) Bimetallic Thermostat

الشكل(3.9) Room Thermostat

المصادر والمراجع

1- م.إياد الداهوك، كتاب نظم التدفئة، الطبعة الأولى 2008م-1429ه، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، صفحة (81-112)، صفحة (69-77).

2- د.منذر حسن رباح، كتاب القياس والتحكم في أنظمة التكييف والتبريد والتدفئة، الطبعة الأولى 2008م-1429ه، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، صفحة (141-156).

3- م. أحمد الكيلاني، م.عز الدين التل، م.رفعت عبد اللطيف، م.نور الدين الخصاونة، كتاب علوم صناعية التدفئة المركزية، الطبعة الأولى 1986م، صفحة (29-66)، صفحة (81-131)، صفحة(151-179).

4- ، م.كاظم عسيلة، سامر مفيد الترهي، م.مفيد صوالحة، م.أسامة حمادنة، التمديدات الصحية والتدفئة المركزية علم الصناعة للصف الثاني الثانوي الصناعي الطبعة الأولى، صفحة (7-103).

5- ، م.أحمد ناصيف،كتاب التدفئة المركزية وحساباتها للدور السكنية الصغيرة، دار الكتاب العربي-سوريا، صفحة (24-37)، صفحة (72-50).

6- Bill Whithman, Bill Johnson, John Tomczyk, Eugene Silberestein, Refrigeration & Air Conditioning Technology, 6th Edition, Delmar, United State 2009, pages (832-874).

7- Mohammad Alsaad, Mahmoud Hammad, Heating and Air Conditioning for Residental Building, 4th Edition 2007, National Library Department Cataloging in Publication Data, pages (204-266).

8- John Siegenthaler, P.E, Modern Hydronic Heating for Residential and Light Comercial Building, 2nd Edition, Library of Congress, United State.

9- http://www.immergas.com/

10- http://www.globalradiatori.it/ENG/Vantaggi.asp

11- http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

12- http://www.arab-eng.org/vb/forumdisplay.php?f=39

13- http://www.engineeringtoolbox.com/

الملحقات

A

Model	Dimensions in mm				ø connection	empty weight Kg ca.	contents in water in litres	Thermal powers EN 442				Exponent n.	Coefficient Km
	A total height	B length	C depth	D pipe centres				ΔT 50° C		ΔT 60° C			
								Watt	*Kcal/h	Watt	*Kcal/h		
MIX 800	890	80	95	800	1"	2,16	0,60	**180**	**155**	229	197	1,32575	1,00414
MIX 700	790	80	95	700	1"	2,02	0,54	**161**	**139**	205	177	1,32420	0,90443
MIX 600	690	80	95	600	1"	1,65	0,48	**142**	**123**	181	156	1,32266	0,80314
MIX 500	590	80	95	500	1"	1,61	0,40	**123**	**106**	156	135	1,32111	0,70003
MIX 350	440	80	95	350	1"	1,13	0,36	**94**	**81**	120	103	1,31878	0,54003
MIX 300	390	80	95	300	1"	1,00	0,33	**82**	**71**	104	90	1,28408	0,54198

* 1 Watt = 0,863 Kcal/h

The thermal output is certified by the Institute of engineering "Politecnico" in Milano according to the norm EN 442.

Example for a different ΔT from ΔT 50° C

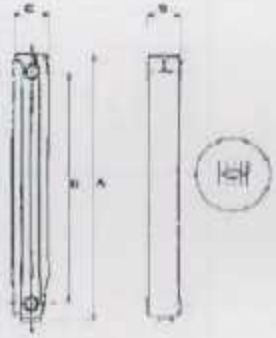
If you need to know a radiator thermal power (P) with different ΔT from Δt 50° C, use the following characteristic equation: $P=Km \cdot \Delta T^{n}$

Example for the MIX 600 model with ΔT = 60° C:

$P= 0,80314 \cdot 60^{1,32266} = 181$ Watt

Example of thermal powers readings with different ΔT from ΔT 50° C

Model	ΔT 20°C	ΔT 25°C	ΔT 30°C	ΔT 35°C	ΔT 40°C	ΔT 45°C	**ΔT 50°C**	ΔT 55°C	ΔT 60°C
MIX 800	53	72	91	112	134	156	**180**	204	229
MIX 700	48	64	82	100	120	140	**161**	182	205
MIX 600	42	57	72	89	106	123	**142**	161	181
MIX 500	37	49	63	77	92	107	**123**	139	156
MIX 350	28	38	48	59	70	82	**94**	107	120
MIX 300	25	34	43	52	62	72	**82**	93	104



جدول (A2): خصائص مرجل EOLO MAIOR 32KW

EOLO Maior 32 kW technical data.

Nominal heat input	kW (kcal/h)	34.39 (29579)		
Minimum heat output	kW (kcal/h)	14.42 (12402)		
Nominal heat output (working)	kW (kcal/h)	32.00 (27520)		
Minimum heat output minima (working)	kW (kcal/h)	12.50 (10750)		
Working heat performance at nominal output	%	93.04		
Working heat performance at 30% load of nominal output	%	91.50		
Loss of heat at shell with burner On/Off	%	0.45 / 0.46		
Loss of heat at stack with burner On/Off	%	6.56 / 0.01		
		G20	G30	G31
Gas nozzle diameter	mm	1.35	0.79	0.79
Supply pressure	mbar (mm H_2O)	20 (204)	29 (296)	37 (377)
Max. operating pressure of heating circuit	bar	3		
Max. operating temperature of heating circuit	°C	90		
Adjustable heating temperature	°C	35 - 85		
Total volume of heating expansion vessel	l	7.4		
Expansion vessel preloading	bar	1.0		
Generator water content	l	0.6		
Available head with a flow rate of 1000 l/h	kPa (m H_2O)	28.71 (2.93)		
Working heat output for the production of hot water	kW (kcal/h)	32.00 (27520)		
D.h.w. adjustable temperature	°C	30 - 60		
D.h.w. flow limiting device at 2 bar	l/min	11.28		
Minimum pressure of the limiting device at the nominal flow rate	bar	1.5		
D.h.w. circuit min. (dynamic) pressure	bar	0.5		
D.h.w. circuit maximum operating pressure	bar	8		
Minimum domestic hot water run off	l/min	2		
Specific flow rate (ΔT 30°C)	l/min	14.75		
Specific flow rate in continuous duty (ΔT 30°C)	l/min	15.28		
Full boiler weight	kg	47.2		
Empty boiler weight	kg	46.0		
Electrical connection	V/Hz	230/50		
Rated power input	A	0.96		
Installed electrical power	W	170		
Power absorbed by the circulator	W	98		
Power absorbed by the fan	W	60		
Appliance electrical system cutout	-	IPX4D		
Energy consumption class	-	A		
		G20	G30	G31
Rated power fumes mass flow	kg/h	66	68	70
Minimum power fumes mass flow	kg/h	72	73	75
CO_2 at Q. Nom./Min.	%	7.6 / 2.7	8.4 / 3.1	8.1 / 3.0
CO at 0% of O_2 at Q. Nom./Min.	ppm	90 / 61	94 / 77	61 / 80
NO_x at 0% of O_2 at Q. Nom./Min.	ppm	158 / 102	211 / 111	211 / 98
Fumes temperature at nominal output	°C	123	121	119
Fumes temperature at minimum output	°C	101	100	98
NO_x class	-	2		
NO_x weighted	mg/kWh	191		
CO weighted	mg/kWh	56		
Type of appliance		C12 / C32 / C42 / C52 / C82 / B22 / B32		
Category		II2H3+		

جدول (A3): معدل تدفق الغاز مع الضغط لقدرات مختلفة من التشغيل

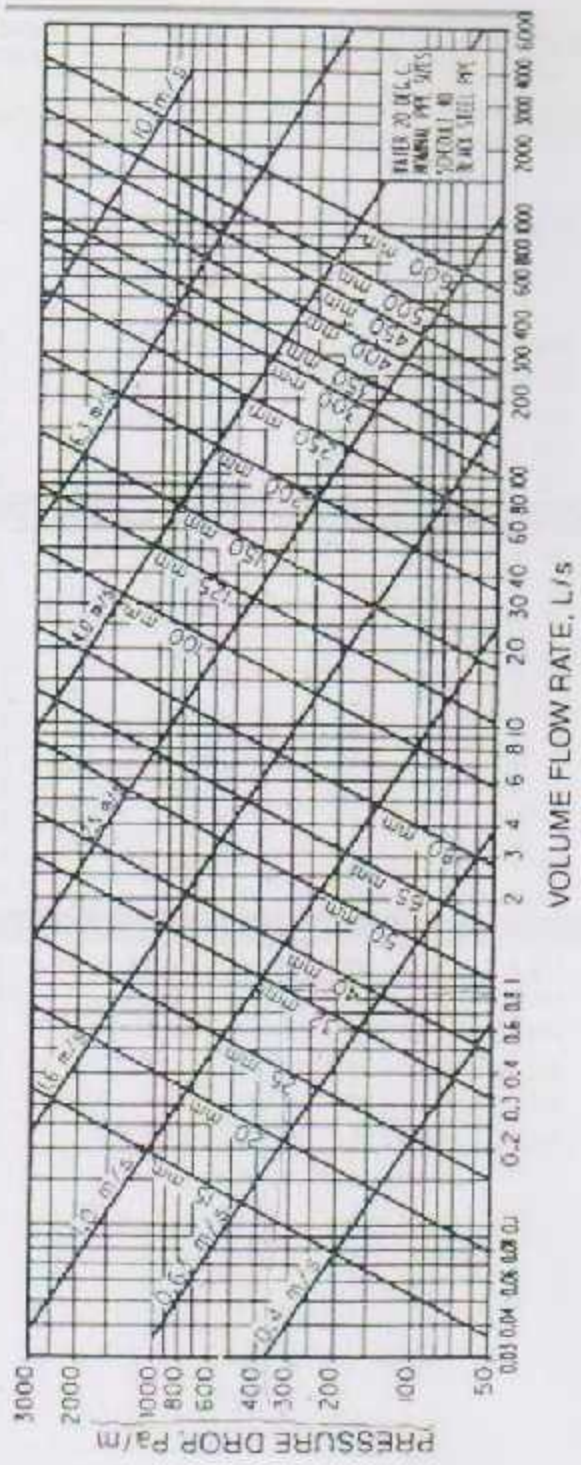
EOLO Maior 32 kW variable heat output.

			NATURAL GAS (G20)			BUTANE (G30)			PROPANE (G31)		
HEAT OUTPUT	HEAT OUTPUT		GAS FLOWRATE BURNER	NOZZLE PRESSURE BURNER		GAS FLOWRATE BURNER	NOZZLE PRESSURE BURNER		GAS FLOWRATE BURNER	NOZZLE PRESSURE BURNER	
(kW)	(kcal/h)		(m^3/h)	(mbar)	(mm H_2O)	(kg/h)	(mbar)	(mm H_2O)	(kg/h)	(mbar)	(mm H_2O)
32,0	27520	HEATING	3,6	12,4	126	2,7	28,2	288	2,7	36,0	367
27,9	24000		3,2	9,4	95	2,4	21,9	223	2,4	27,9	284
26,7	23000		3,1	8,6	88	2,3	20,2	206	2,3	25,8	263
25,6	22000		3,0	7,9	80	2,2	18,7	190	2,2	23,7	242
24,4	21000		2,8	7,2	73	2,1	17,1	175	2,1	21,8	222
23,3	20000		2,7	6,5	66	2,0	15,7	160	2,0	19,9	203
22,1	19000		2,6	5,9	60	1,9	14,3	146	1,9	18,2	185
20,9	18000		2,5	5,3	54	1,8	13,0	133	1,8	16,5	168
19,8	17000		2,3	4,7	48	1,7	11,7	120	1,7	14,9	152
18,6	16000		2,2	4,2	43	1,6	10,5	107	1,6	13,4	136
17,4	15000		2,1	3,7	38	1,5	9,4	96	1,5	11,9	122
16,3	14000		2,0	3,3	34	1,5	8,3	85	1,4	10,6	108
15,1	13000		1,8	2,9	30	1,4	7,3	75	1,3	9,3	95
14,0	12000		1,7	2,6	26	1,3	6,4	65	1,2	8,2	83
12,5	10750		1,5	2,2	22	1,1	5,3	54	1,1	6,8	70
10,5	9030	[illegible]	1,3	1,7	17	1,0	4,1	42	1,0	5,4	55

جدول (A4): السرعات المختلفة للماء

Recommended Water Velocities				
Service	Velocity Range (fps)		Velocity Range (m/s)	
	min	max	min	max
pump discharge	8	12	2.4	3.6
pump suction	4	7	1.2	2.1
drain line	4	7	1.2	2.1
Header	4	15	1.22	4.5
Mains and Risers	3	10	0.91	3
Branches and run out	5	10	1.5	3
City water	3	7	0.91	2.1

جدول (A5): تحديد قطر الأنابيب المناسب مع ضغط المضخة



جامعة بوليتكنك فلسطين
Palestine Polytechnic University
(PPU)
The Library المكتبة
Acc. ١٢٧٩٣ الرقم المتسلسل
Class. ..... رقم التصنيف

جدول (A6): خصائص الماء عند درجات حرارة مختلفة

Temperature - t -	Absolute pressure - p -	Density - ρ -	Specific volume - v -	Specific Heat - c_p -	Specific entropy - s -
(^0C)	(kN/m^2)	(kg/m^3)	$:10^{-3}$ (m^3/kg)	(kJ/kgK)	(kJ/kgK)
0 (Ice)		916.8			
0.01	0.6	999.8	1.00	4.210	0
4 (maximum density)	0.9	1000.0			
5	0.9	1000.0	1.00	4.204	0.075
10	1.2	999.8	1.00	4.193	0.150
15	1.7	999.2	1.00	4.186	0.223
20	2.3	998.3	1.00	4.183	0.296
25	3.2	997.1	1.00	4.181	0.367
30	4.3	995.7	1.00	4.179	0.438
35	5.6	994.1	1.01	4.178	0.505
40	7.7	992.3	1.01	4.179	0.581
45	9.6	990.2	1.01	4.181	0.637
50	12.5	988	1.01	4.182	0.707
55	15.7	986	1.01	4.183	0.767
60	20.0	983	1.02	4.185	0.832
65	25.0	980	1.02	4.188	0.893
70	31.3	978	1.02	4.191	0.966
75	38.6	975	1.03	4.194	1.016
80	47.5	972	1.03	4.198	1.076
85	57.8	968	1.03	4.203	1.134
90	70.0	965	1.04	4.208	1.192
95	84.5	962	1.04	4.213	1.250
100	101.33	958	1.04	4.219	1.307
105	121	954	1.05	4.226	1.382
110	143	951	1.05	4.233	1.416
115	169	947	1.06	4.240	1.473
120	199	943	1.06	4.248	1.527

جدول (A7): اختيار قطر المدخنة وارتفاعها حسب قدرة المرجل.

ابعاد المداخن ذات السحب الطبيعي المستعملة في المراجل التي تعمل على السولار

قدرة المرجل الموصول بالمدخنة (كيلو واط)	ارتفاع المدخنة (متر)						
	٦	٨	١٠	١٢	١٥	٢٠	٣٠	٤٠
	مساحة مقطع المدخنة المناسب (سنتيمتر مربع)							
٢٥	١٢٥	١٢٥	١٢٥					
٣٥	٢١٠	٢٠٠	١٩٠	١٨٥				
٤٥	٣٣٠	٣٠٠	٢٨٥	٢٨٠	٢٧٥			
٦٠	٣٨٠	٣٥٠	٣٣٠	٣٢٠	٣١٥			
٧٠	٤٣٠	٤٠٠	٣٨٠	٣٧٠	٣٦٥			
٨٠	٤٧٥	٤٤٥	٤٢٥	٤١٥	٤١٠			
٩٠		٤٩٠	٤٧٠	٤٦٠	٤٥٥	٤٤٠		
١٠٥		٥٣٥	٥١٥	٥٠٥	٤٩٥			
١١٥		٥٨٠	٥٦٠	٥٤٥	٥٣٥	٥٢٠		
١٧٥		٨١٠	٧٧٥	٧٦٠	٧٥٠	٧٣٠		
٢٣٠			١٠٠٠	٩٨٥	٩٦٠	٩٢٥		
٢٩٠			١٢٣٠	١٢٠٠	١١٦٠	١١٠٠		
٣٥٠				١٤٠٠	١٣٤٠	١٢٩٠		
٤٠٠				١٦١٠	١٥٥٠	١٤٨٠	١٣٦٠	
٤٦٥					١٧٥٠	١٦٧٠	١٥٣٠	
٥٢٥					١٩٤٠	١٨٢٠	١٦٧٠	
٥٨٠					٢١٣٠	٢٠٠٠	١٨١٠	
٧٠٠					٢٤٩٠	٢٣٤٠	٢٠٧٠	
٩٣٠						٢٩٩٠	٢٦٦٠	٢٥٤٠
١٠٥٠						٣٣١٠	٢٩٥٠	٢٨١٠
١١٦٠						٣٦٣٠	٣٢٤٠	٣٠٨٠

جدول (A8): كثافة غاز البيوتان

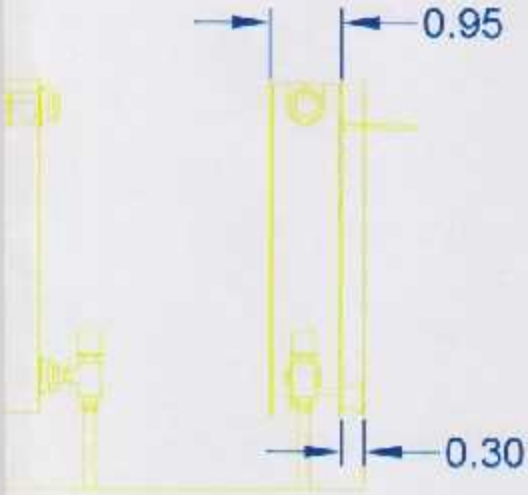
Gas	Formula	Molecular weight	Density - ρ -	
			(kg/m^3)	(lb_m/ft^3)
Acetylene (ethyne)	C_2H_2	26	1.092[1] 1.170[2]	0.0682[1] 0.0729[2]
Air		29	1.205[1] 1.293[2]	0.0752[1] 0.0806[2]
Ammonia	NH_3	17.031	0.717[1] 0.769[2]	0.0446[1] 0.0480[2]
Argon	Ar	39.948	1.661[1] 1.7837[2]	0.1037[1] 0.111353[2]
Benzene	C_6H_6	78.11	3.486	0.20643
Blast furnace gas			1.250[2]	0.0780[2]
Butane	C_4H_{10}	58.1	2.409[1] 2.5[2]	0.1554[1] 0.156[2]
Butylene (Butene)	C_4H_8	56.11	2.504	0.148[2]
Carbon dioxide	CO_2	44.01	1.842[1] 1.977[2]	0.1150[1] 0.1234[2]
Carbon disulphide		76.13		
Carbon monoxide	CO	28.01	1.165[1] 1.250[2]	0.0727[1] 0.0780[2]
Carbureted Water Gas				0.048
Chlorine	Cl_2	70.906	2.994[1]	0.1869[1]
Coal gas			0.58[2]	
Coke Oven Gas				0.034[2]
Combustion products			1.11[2]	0.069[2]
Cyclohexane		84.16		
Digester Gas (Sewage or Biogas)				0.062

Calorific Value (CV) :(A9) جدول

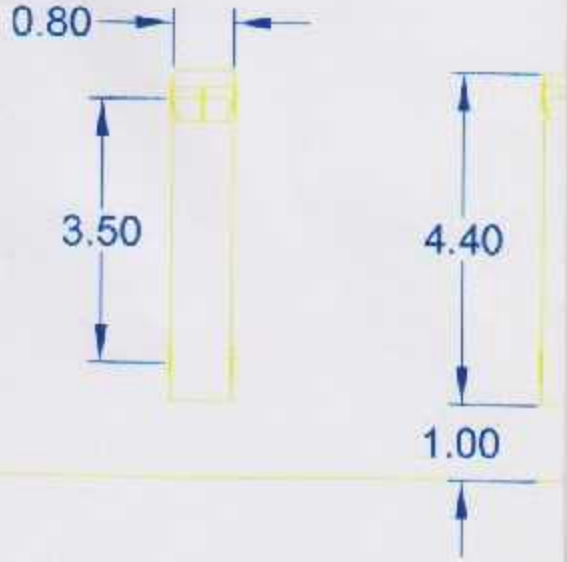
Fuel	Higher Calorific Value (Gross Calorific Value - GCV)	
	kJ/kg	*Btu/lb*
Acetone	29,000	
Alcohol, 96%	30,000	
Anthracite	32,500 - 34,000	14,000 - 14,500
Bituminous coal	17,000 - 23,250	7,300 - 10,000
Butane	49,510	20,900
Carbon	34,080	
Charcoal	29,600	12,800
Coal	15,000 - 27,000	6,000 - 14,000
Coke	28,000 - 31,000	12,000 - 13,500
Diesel	44,800	19,300
Ethanol	29,700	12,800
Ether	43,000	
Gasoline	47,300	20,400
Glycerin	19,000	
Hydrogen	141,790	61,000
Lignite	16,300	7,000
Methane	55,530	
Oils, vegetable	39,000 - 49,000	
Peat	13,800 - 20,500	5,500 - 8,800
Petrol	48,000	
Petroleum	43,000	
Propane	50,350	
Semi anthracite	26,700 - 32,500	11,500 - 14,000
Sulfur	9,200	
Tar	36,000	
Turpentine	44,000	
Wood (dry)	14,400 - 17,400	6,200 - 7,500
	kJ/m³	*Btu/ft³*
Acetylene	56,000	
Butane C_4H_{10}	133,000	3200

الملحقات

B



Total Height(mm)	440
Length (mm)	80
Depth (mm)	95
C-C (mm)	350



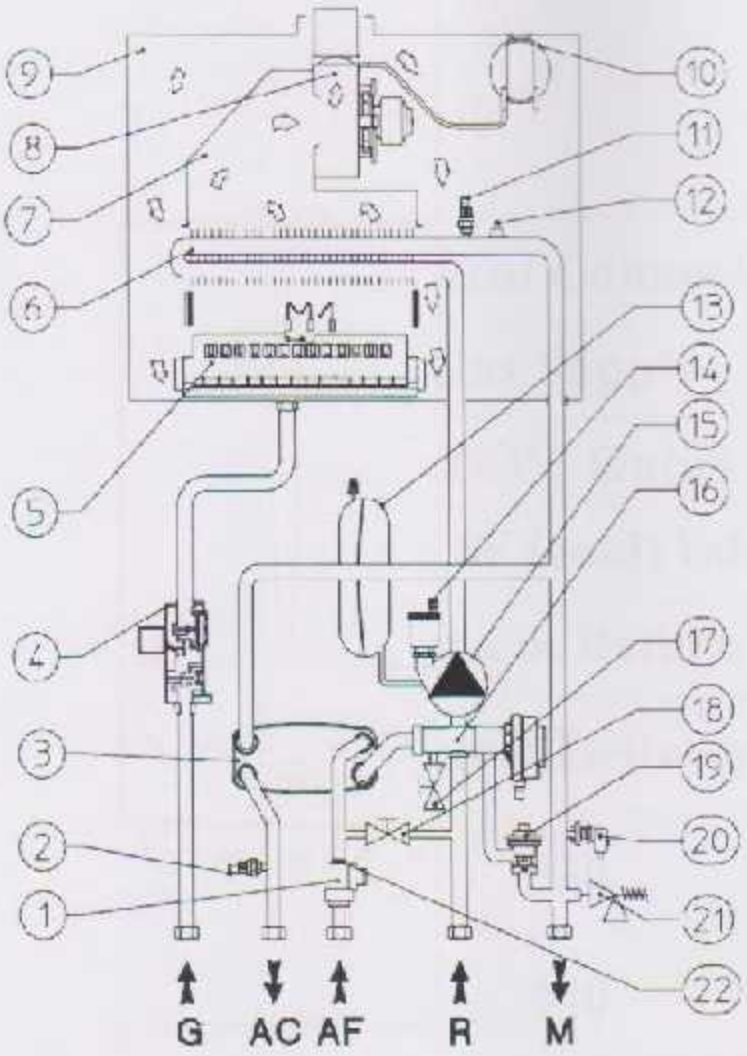
Checked by:	D. Ishaq Sider	
Drawn by:	Amin Adnan Ashour	082042

Project: **Building a Central Heating Training S**

Drwg. #: **B1**

Scale: **1:10**

B2 المرجل من الداخل

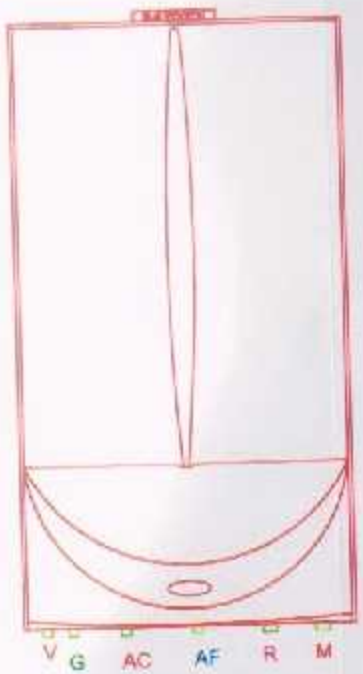


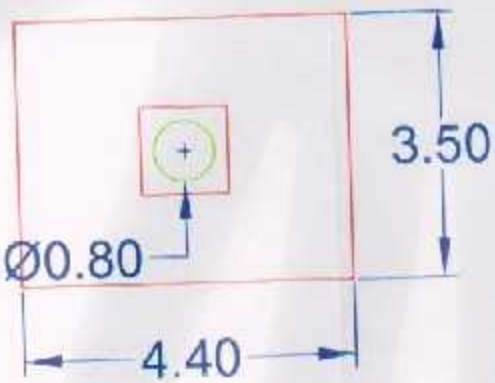
Legend:

1 - *D.H.W. flow switch*
2 - *D.H.W. NTC probe*
3 - *D.H.W. heat exchanger*
4 - *Gas valve*
5 - *Burners*
6 - *Primary exchanger*
7 - *Draught diverter*
8 - *Fan*
9 - *Sealed chamber*
10 - *Fan pressure switch*
11 - *Delivery NTC probe*
12 - *Overheating Safety thermostat*
13 - *System expansion vessel*
14 - *Automatic air vent*
15 - *Circulator*
16 - *Three-way valve (motorized)*
17 - *System draining cock*
18 - *System filling valve*
19 - *Adjustable by-pass*
20 - *System pressure switch*
21 - *3-bar safety valve*
22 - *Flow diverter*

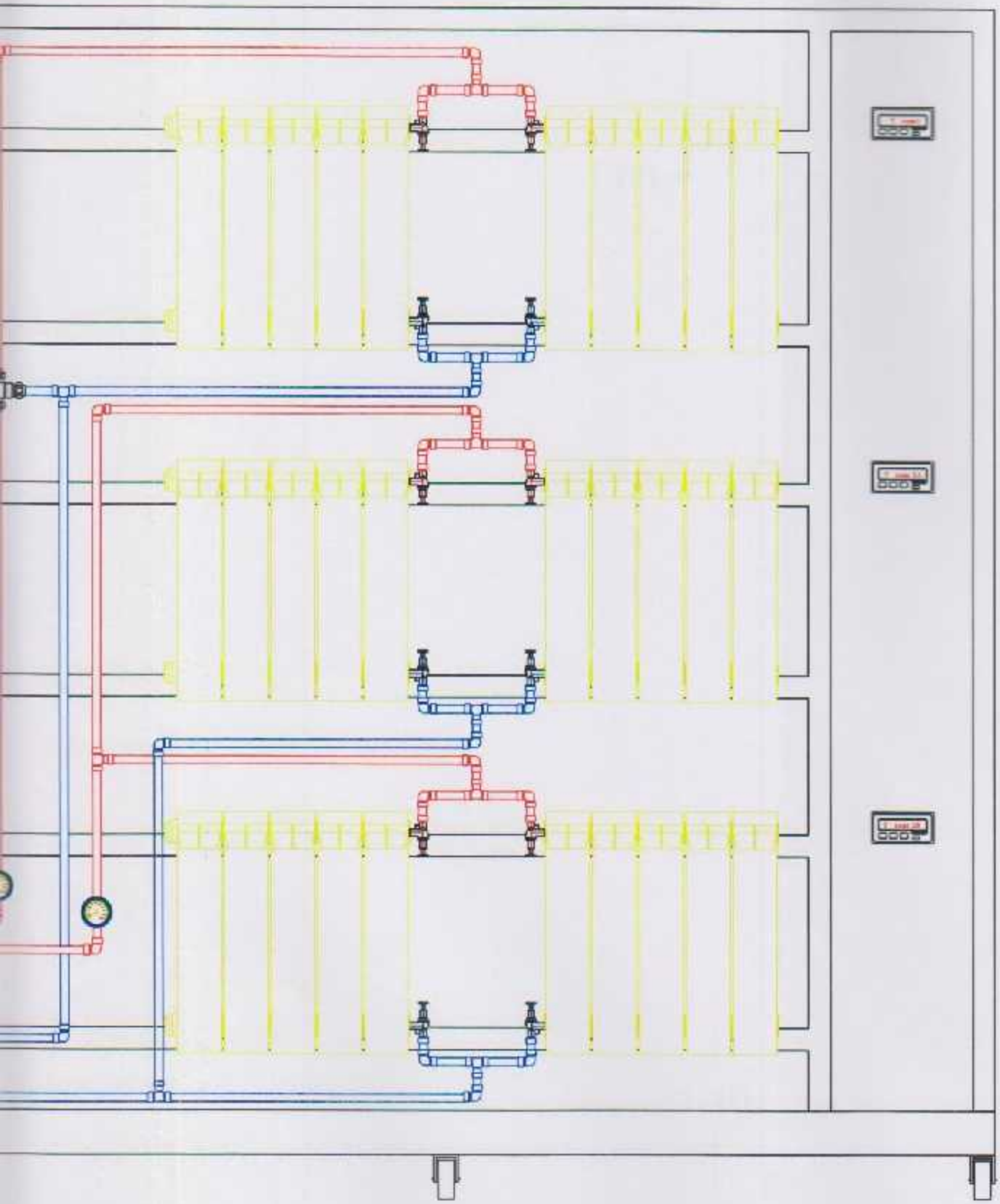
G - *Gas supply*
AC - *D.h.w. outlet*
AF - *D.h.w. (cold) inlet*
R - *System return*
M - *System delivery*

V	Electrical Connection
G	Gas Supply
AC	D.H.W. Outlet
AF	D.H.W (cold) Inlet
R	System Return
M	System Delivery
Height(mm)	830
Width(mm)	440
Depth(mm)	350

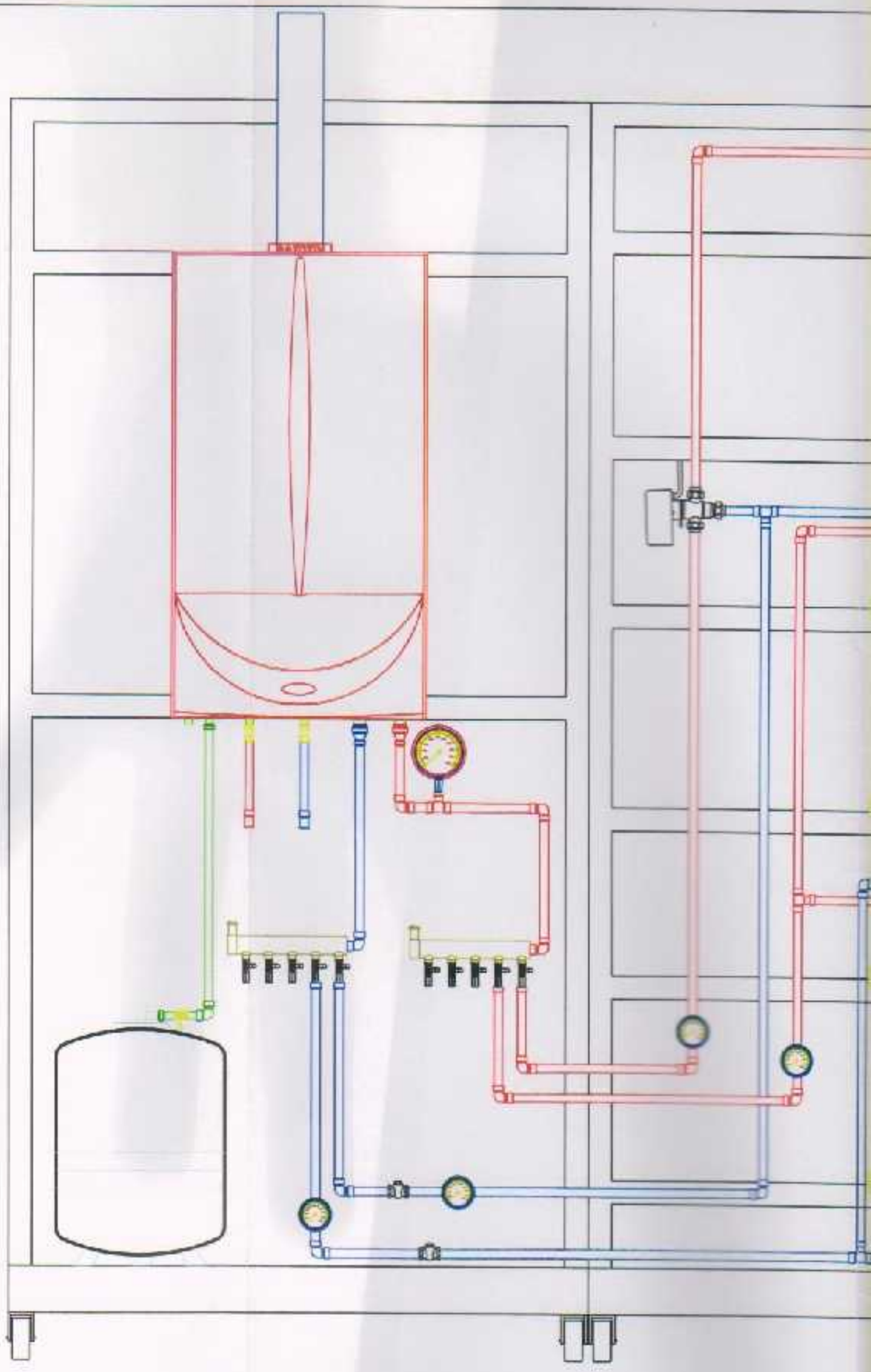




		Project: Building a Central Heating Training S	
Checked by:	D. Ishaq Sider		
Student No:	Amin Adnan Ashour 082042	Drwg #: B3	Scale: 1:10



Training System	page **XXIV**	Palestine Polytechnic University	
		College of Engineering & Technology	
1:10	May 2012	**Heating System**	Mechanical Engineering Department

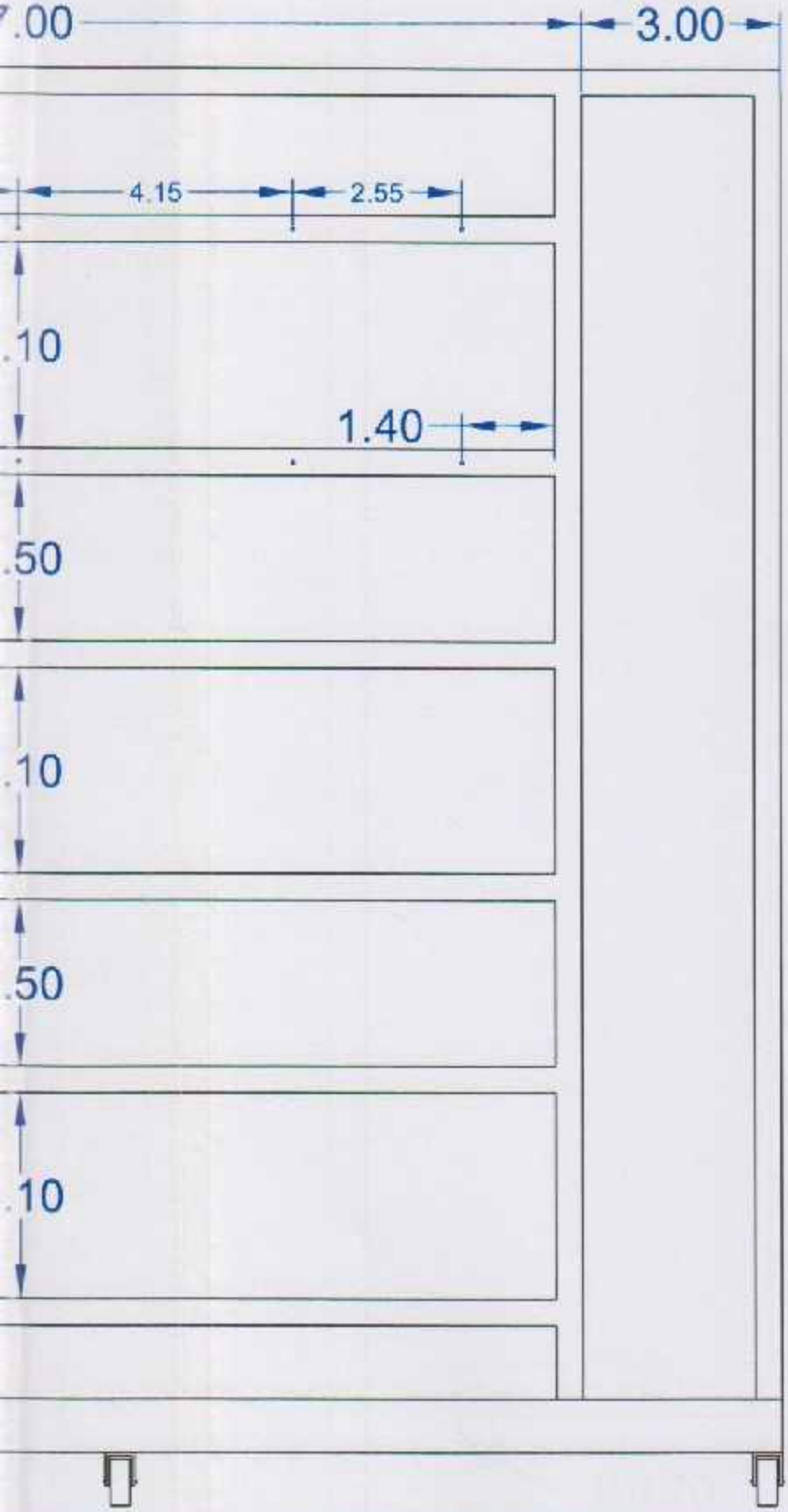


Checked by:	D. Ishaq Sider	
Drawn by:	Amin Adnan Aahour	082042

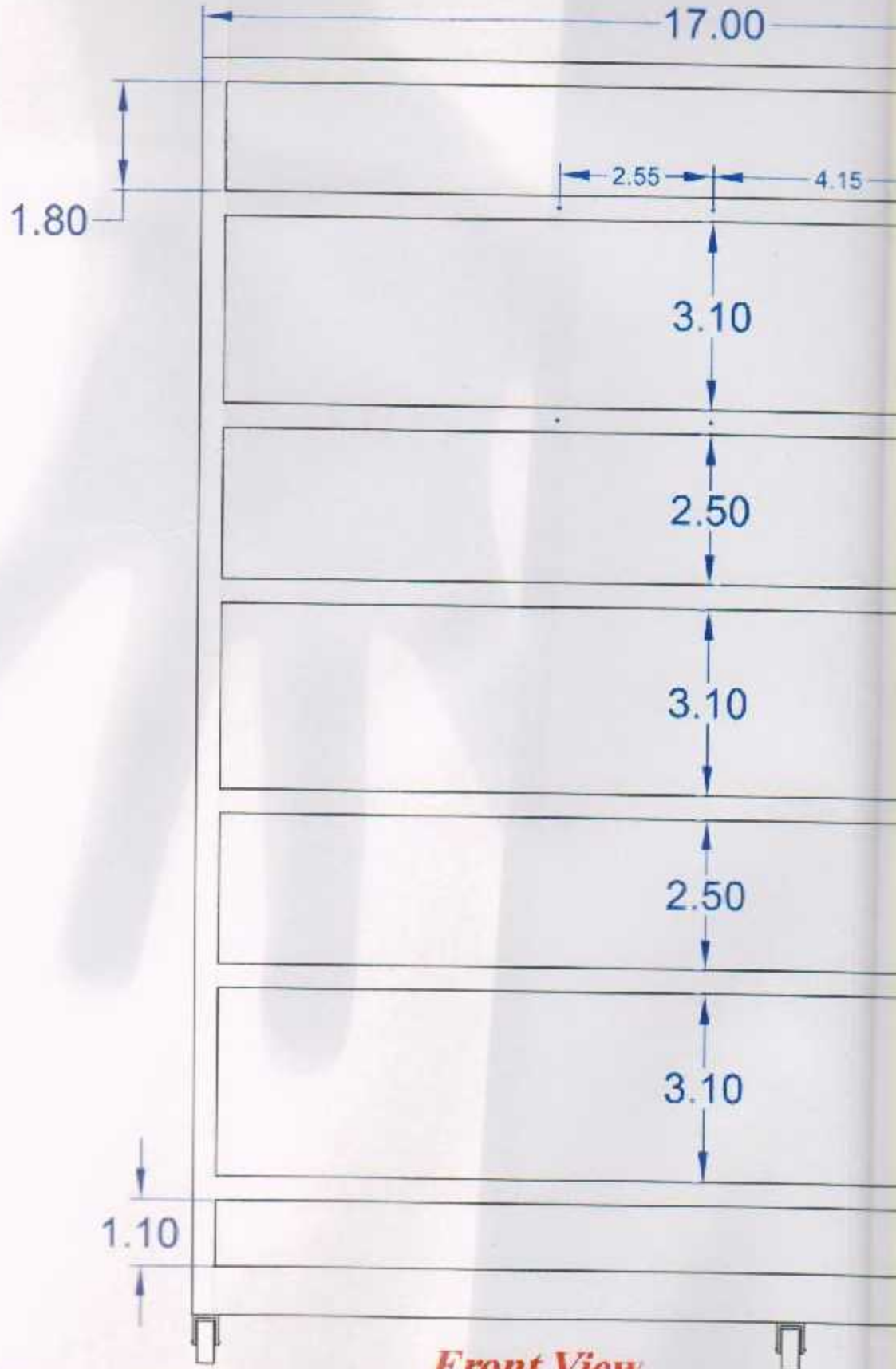
Project:

Building a Central Heating Training Sy

	B4	1:10



Training System	page XXV	Palestine Polytechnic University College of Engineering & Technology Mechanical Engineering Department
SCALE: 1:10	DATE: May 2012	Frame1



Front View

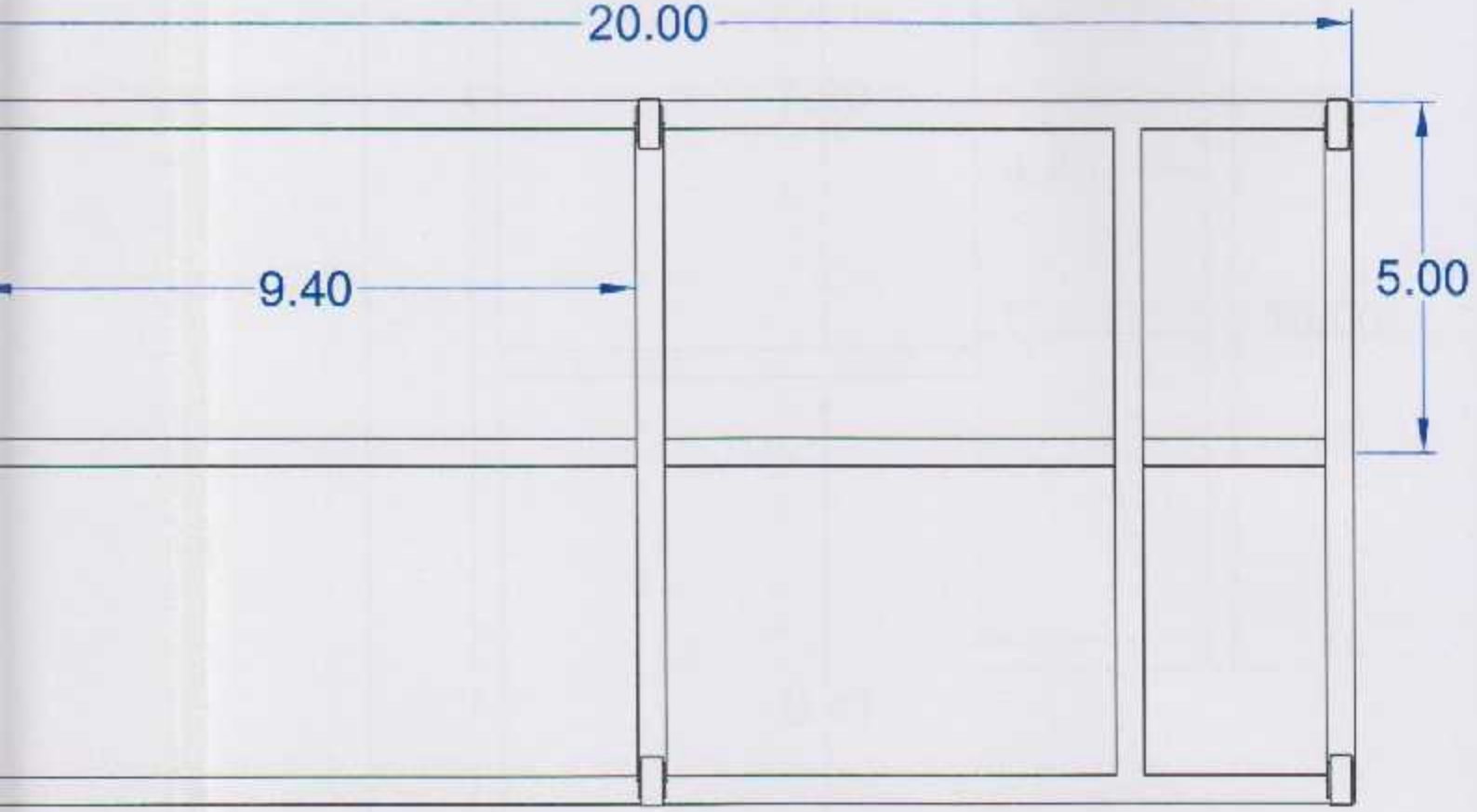
Building a Central Heating Training Syste

D. Ishaq Sider

Amin Adnan Ashour 982042

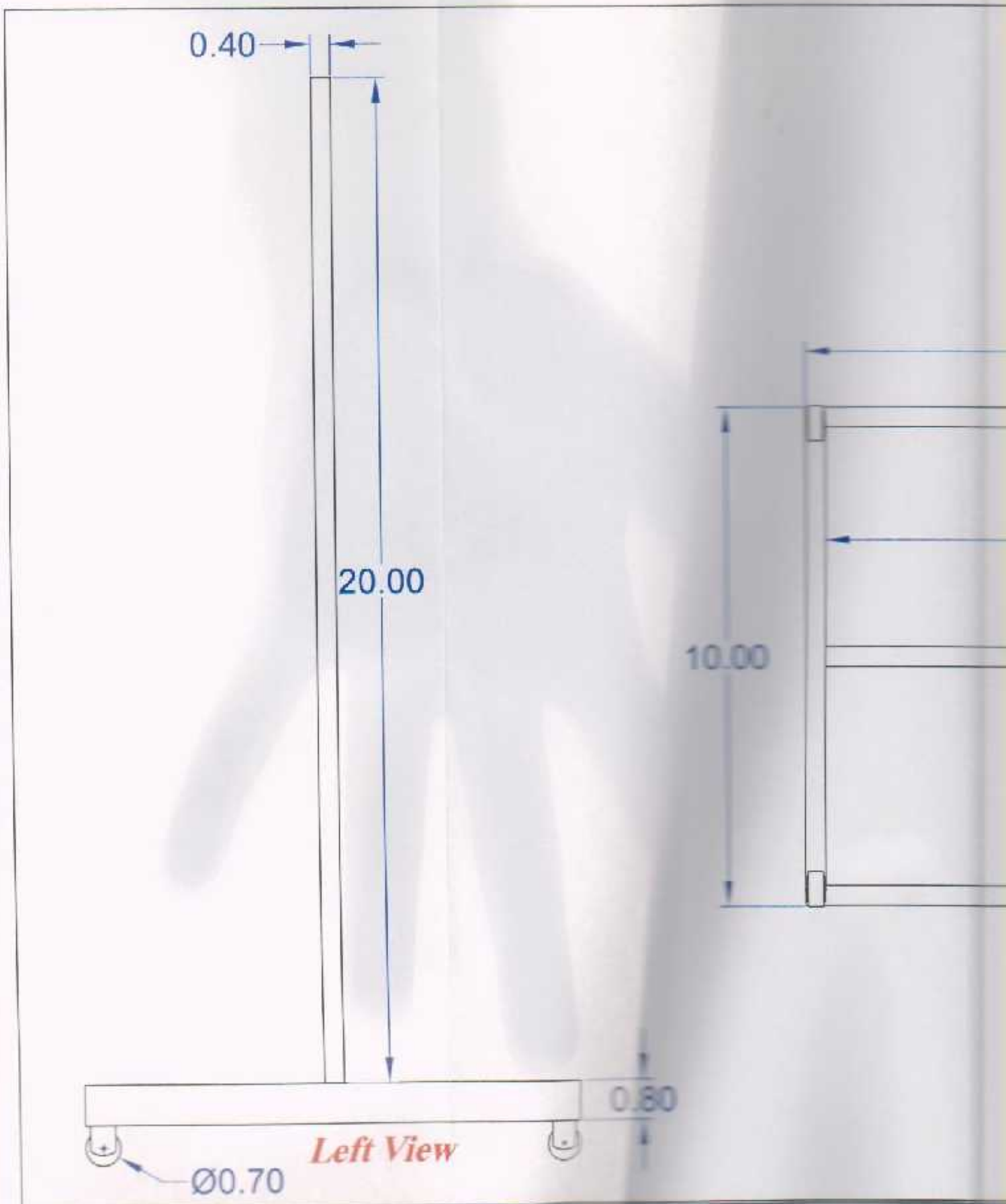
B5

1:10



Bottom View

Training System		page XXVI	Palestine Polytechnic University College of Engineering & Technology Mechanical Engineering Department
1:10	May 2012	Frame1	



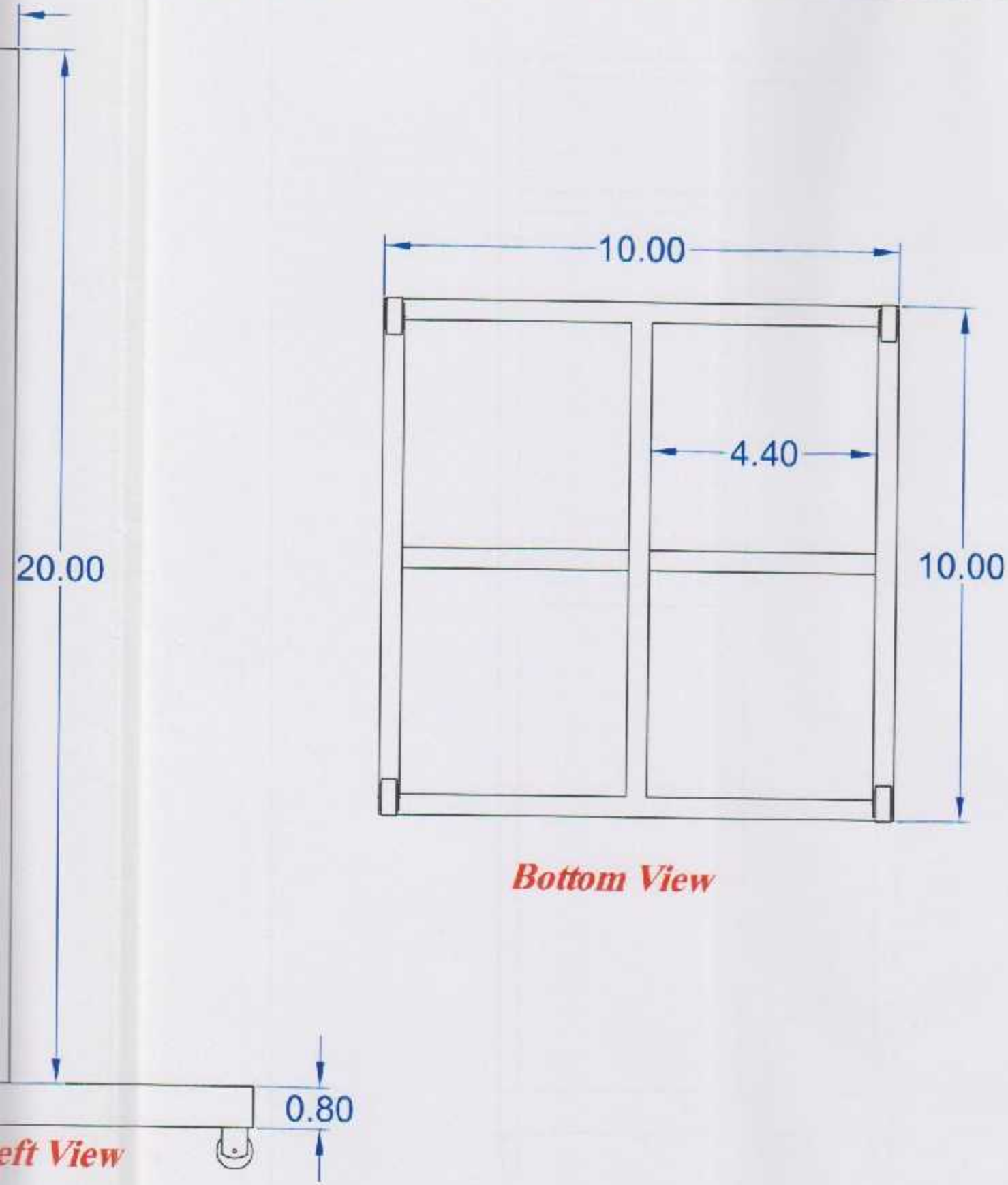
Building a Central Heating Training Syst

D. Ishaq Sidki

Amin Adnan Ashour

B5

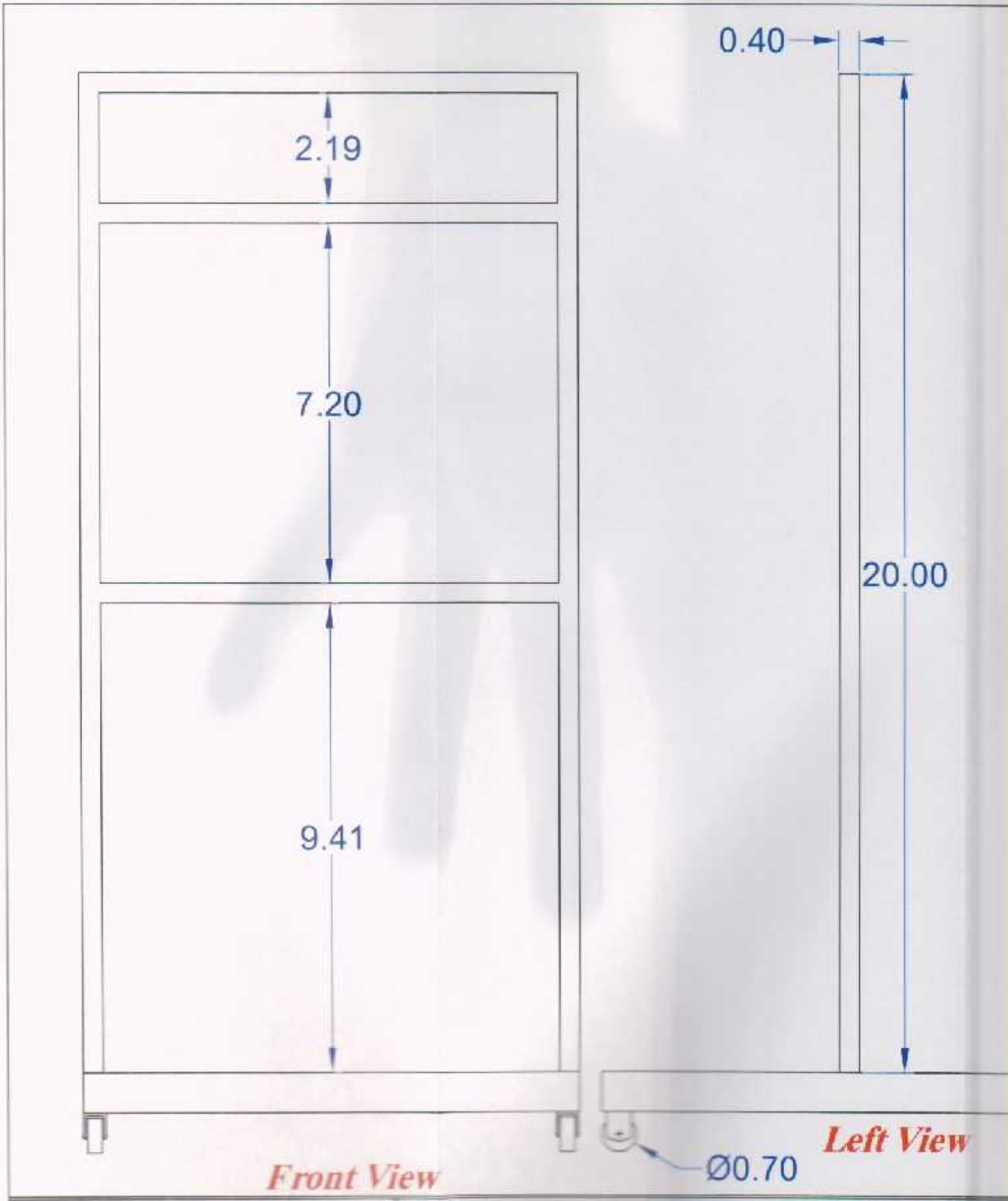
1:10



Bottom View

eft View

raining System		page XXVII	Palestine Polytechnic University College of Engineering & Technology Mechanical Engineering Department
1:10	May 2012	Frame2	



Building a Central Heating Training Syste

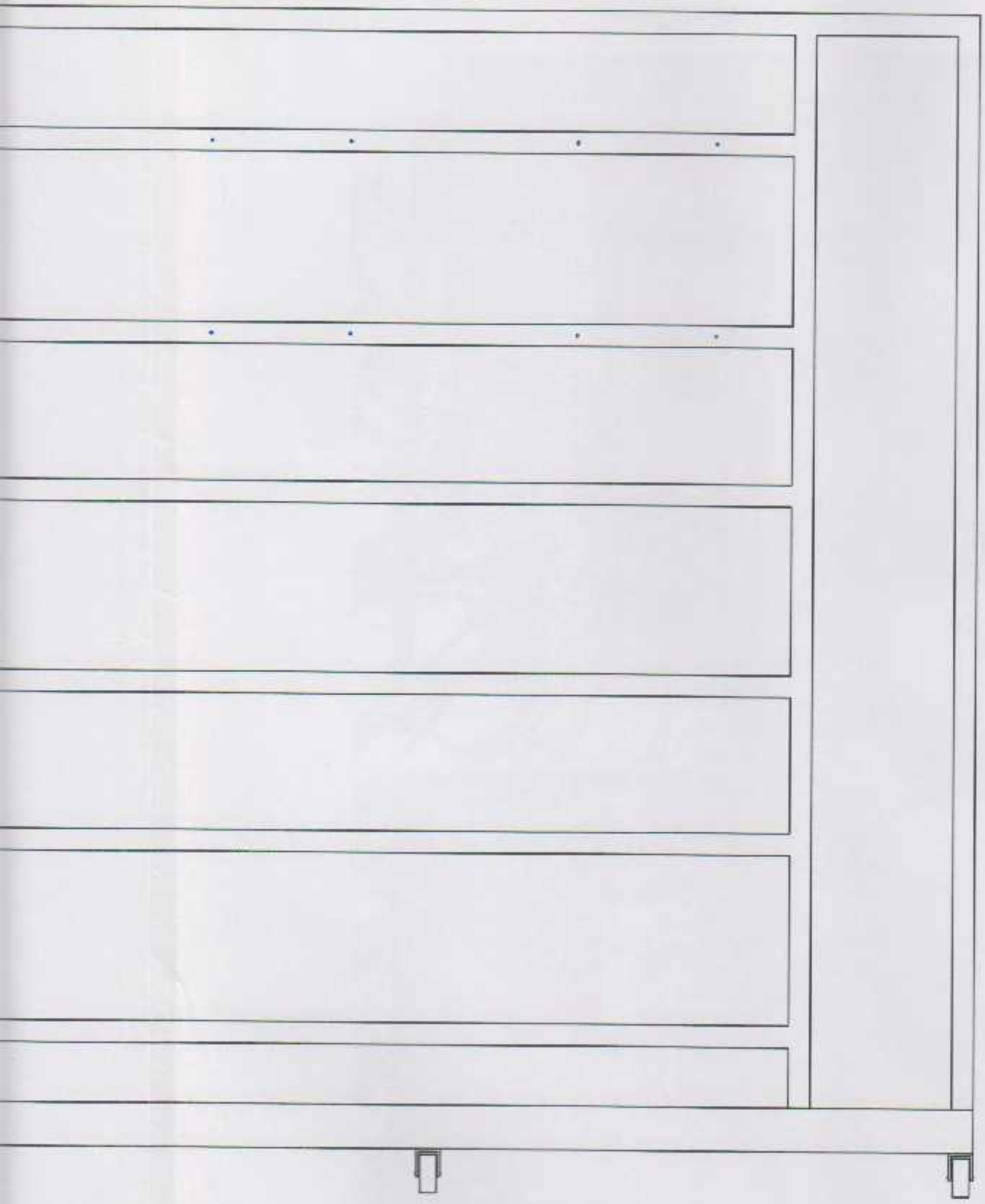
D. Ishaq Sidiev

Assim Adnan Ashour

XXVII

B6

1:10



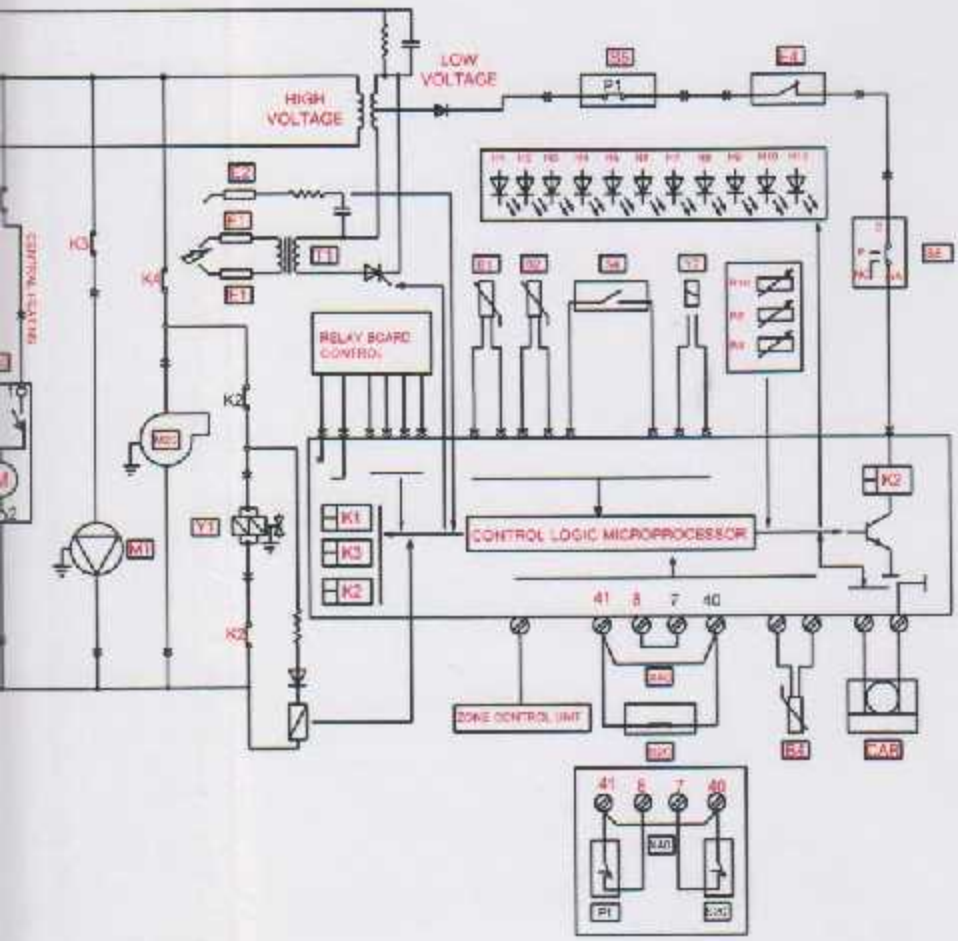
Training System	page **XXVIII**	Palestine Polytechnic University	
		College of Engineering & Technology	
1:10	May 2012	**Frame**	Mechanical Engineering Department

Supervised by	D. Ishaq Sider	
Student No.	Amin Adnan Ashour	082042

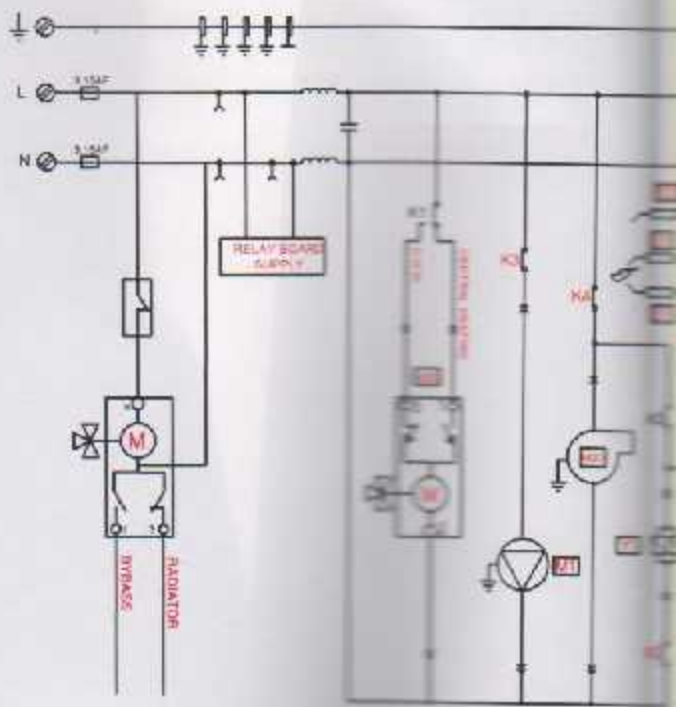
Project: Building a Central Heating Training Syste

XXVIII	Sheet No. B7	Scale 1:10	

B8 نموذج مشابه



Training System		page **XXX**	Palestine Polytechnic University College of Engineering & Technology Mechanical Engineering Department
1:10	**May 2012**	**ELECRICAL DIAGRAM**	



SYMBOL	
S20	ROOM THERMOSTAT
M1	PUMP
M30	3-WAY VALVE
S6	FLUE SWITCH
M20	FAN
S5	PRESSURE SWITCH
E4	SAFETY THERMOSTATE
E1	IGNITION ELECTRODES
Y1	GAS VALVE
E2	DETECTOR
B1	NTC

		Project: Building a Central Heating Training Syste
Designed by:	D. Ishaq Sider	
Drawn by:	Amin Adnan Ashour	062042
	B9	Scale: 1:10