

نظام التحكم الكلي في حمل التدفئة، المبني على أساس طريقة التصميم الرياضي

الدكتور محمد زهرة*

(قبل للنشر في 2003/6/5)

□ الملخص □

منذ سنوات طويلة يجري العمل على إنشاء أنظمة جديدة للتحكم الآلي في أحمال التدفئة، وإدخالها في المحطات الفرعية لنظام التدفئة على أساس معادلات التصميم لنظام التحكم. إن تطبيق هذا التصميم يتم بطريقة المعلوماتية لتقييم نظام التدفئة في الأبنية المدفأة، والذي يعتبر واحداً من أهم الاتجاهات المستقبلية لأتمتة أحمال التدفئة لأنظمة التدفئة المركزية الحديثة باستخدام تقنية الدارات المتكاملة الدقيقة وفقاً للمعادلات الرياضية لنظام التحكم المصمم، والذي يعطي توفيراً ملحوظاً في الحرارة السنوية اللازمة للتدفئة، الذي يؤدي بدوره إلى توفير اقتصادي في طاقة الوقود اللازمة للتدفئة. وكذلك المحافظة على درجة الحرارة في الأبنية المدفئة بحدود (20-22 م) عن طريق التوزيع المنتظم لحرارة التدفئة بما يتناسب مع الضياعات الحرارية الفعلية للأبنية. ويؤمن استقراراً في استهلاك مياه الشبكة لا يسمح بزيادته عند الاستهلاك الأعظمي.

*مدرس في قسم هندسة التصميم والإنتاج - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Total Control System in Heating Load, Based on the Mathematical Design Method.

Dr. Mohammad Zahra *

(Accepted 5/6/2003)

□ ABSTRACT □

Work has been going on for years to build up new system for Automatic control of heating loads, and using these systems in the sub –total- heating- station, on the basis of a designed equation of the control system.

Applying this design by the informatics method for evaluation of the heating system in the building. This is one of the most important future requirements for heating loads automization of the new central –heating systems, using the new I.C. techniques according to the proposed equation of the designed control system, this system apparently save the yearly required heating and refrigeration. Which in turn leads to an economical saving in the required amount of fuel used for heating.

This also keeps the amount of buildings- temperature between (20- 22 c^o), by thermal heating balance distribution, according to the actual heating loss of the building, It also makes consuming stabilization in the water –net, and prevents any increase at peak times.

* Lecturer Department Of Design And Production Engineering, Faculty Of Electrical And Mechanical Engineering – Tishreen University –Lattakia-Syria.

مقدمة:

الهدف من البحث هو إنشاء نظام تحكم كلي بحمل التدفئة والماء الساخن لمحطة تدفئة فرعية تغذي منطقة سكنية مؤلفة من 12 وحدة سكنية وكل وحدة مؤلفة من 8 طوابق ويسكن في المنطقة 3085 شخصاً وكمثال على هذه الدراسة - المدينة الجامعية في جامعة تشرين.

التحليل الرياضي لنظام التحكم بحمل التدفئة:

إن إنشاء وتجريب نظام تحكم آلي في حمل التدفئة على مستوى استثماري في محطات التدفئة الفرعية يتم باستخدام تقنية الدارات المتكاملة الدقيقة وفقاً للمعادلة الرياضية رقم (1) التالية [1] [2].

$$t_B = t_H + \bar{Q}_o Dt_p + \frac{t_B^H - t_H - \bar{Q}_o Dt_p}{e^{z/B}} \quad (1)$$

حيث أن:

t_B : درجة الحرارة الداخلية قبل الإخلال بنظام التدفئة الثابت، وتقاس بالدرجة المئوية.

t_H : درجة الحرارة الخارجية الوسطية خلال فترة عدم استقرار نظام التدفئة. وتقاس بالدرجة المئوية.

$\bar{Q}_o = Q_o / Q_o^o$: الاستهلاك النسبي للحرارة أثناء التدفئة.

Q_o : كمية الحرارة اللازمة للتدفئة. وتقاس بالكيلوجول / ثانية.

Q_o^o : الحمل الحراري المحسوب للتدفئة. ويقاس بالكيلوجول / ثانية.

$Dt_p = t_{B,p} - t_{H,o}$: الفرق بين درجتي الحرارة الداخلية والخارجية والذي يتحدد بالمعطيات المناخية لكل مدينة. ويقاس هذا الفرق بالدرجة المئوية.

B : معامل تخزين البناء للحرارة. ويقاس بالثواني أو بالساعات. [3]

يؤثر تخزين البناء للحرارة تأثيراً ملحوظاً على استقرار الحرارة الداخلية للأبنية المدفأة، ويمكن أن يكون مستمراً بشكل مفيد من أجل توازن تقديم الحرارة لأجل التدفئة خلال مجال زمني محدود. وهذا يعطي إمكانية منطقية لتلبية متطلبات نوعين من الحملات (الحرارية والكهربائية) التي تتغير خلال اليوم الواحد.

من الضروري أثناء عملية التصميم الرياضي لنظام التدفئة في الأبنية المدفأة أن يكون قانون تغير درجة الحرارة الداخلية ذو تأثير إيجابي في النظام المدروس والمرتبط بالشروط التالية:

$$\left. \begin{array}{l} \bar{Q}_o = \text{idem}, t_H = \text{idem}; \\ B = \text{idem}, Dt_p = \text{const} \text{ للظروف المناخية المعطاة} \\ t_B^H = \text{idem} \end{array} \right\} (2)$$

إن التقيد بالشروط الواردة في المعادلة رقم (2) يعتبر من حيث المبدأ ضرورياً وكافياً للتصميم الرياضي في أنظمة التدفئة المركزية وفق المقياس الزمني. ويعتبر الحل الرقمي للمعادلة رقم (1) نتيجة للتصميم الرياضي في أنظمة التدفئة للأبنية المدفأة، وبالأخذ بعين الاعتبار المواصفات الفنية المستخدمة في المعادلة رقم (1) والتي يمكن إدخالها بعد فك التابع: $e^{-Dz/B}$ في مجموعة "تايلور" حسب الصيغة التالية:

$$\begin{aligned}
t_B(i) = t_B(i-1) & \left[1 + \frac{-Dz/B}{1!} + \frac{(-Dz/B)^2}{2!} + \dots \right. \\
& \left. \dots + \frac{(-Dz/B)^n}{n!} \dots \right] - [t_H^{cp}(i) + \overline{Q_o}^{cp}(i)Dt_p] \\
& \left[\frac{-Dz/B}{1!} + \frac{(-Dz/B)^2}{2!} + \dots + \frac{(-Dz/B)^n}{n!} + \dots \right]
\end{aligned} \quad (3)$$

حيث أن $i=1, 2, \dots, n$ هي عدد دورات الحساب.

$$t_H^{cp}(i) = \frac{t_H(i-1) + t_H(i)}{2}$$

درجة الحرارة المتوسطة للهواء الخارجي حسب تايلور.

$$\overline{Q_o}^{cp}(i) = \frac{Q_o(i-1) + \overline{Q_o}(i)}{2}$$

الاستهلاك النسبي المتوسط للحرارة اللازمة لدورة حساب التدفئة المناسبة t_B

خلال مجال زمني DZ .

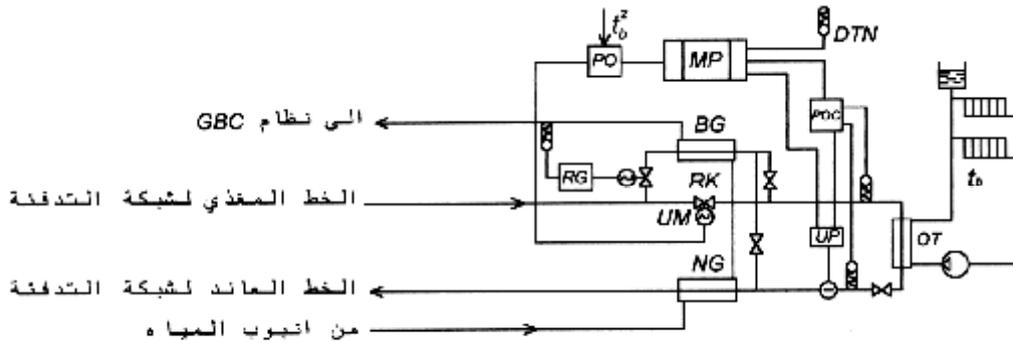
تعتبر المعادلة رقم (3) أساساً لدراسة وتأمين نظام الدارات المتكاملة الدقيقة باستخدام الحاسب.

إن التحكم بدرجة الحرارة الداخلية للمبنى والتي تحسب بالصيغة الرياضية وفق اللوغاريتم المعطى مع الأخذ بعين الاعتبار قدرة الأبنية على اختزان الحرارة وفق المعادلة رقم (3) يعتبر أساساً في مبدأ عمل نظام التحكم المدروس لأحمال التدفئة.

من أجل التحكم في كمية الحرارة اللازمة للتدفئة حسب درجة الحرارة الداخلية المحسوبة، من الضروري تنفيذ شروط المعادلة رقم (2) للصيغة الرياضية. في هذه الحالة سيكون لتغيرات درجة الحرارة الداخلية خلال فترة زمنية للصيغة والمبنى المدروس قيماً متساوية.

مبدأ عمل نظام التحكم بمحطة تدفئة فرعية

يوضح الشكل (1) مخطط محطة تدفئة فرعية مع نظام التحكم يستخدم لفصل أو وصل المحطة الفرعية بالمحطة الرئيسية ثنائية المراحل لتشغيل مراحل التزويد بالمياه الساخنة وفقاً للمعادلة (1) السابقة.



الشكل (1) مخطط محطة تدفئة فرعية مع نظام التحكم (مخطط تشغيل المرحل)

- GBC - المحطة الرئيسية المتتابعة ثنائية المراحل.
- POC - كتلة معالجة إشارات منظم درجة الحرارة.
- RG - الجهاز الرئيسي لمنظم التزويد بالماء الساخن.
- NG - الخط العائد.
- OT - مرحل التسخين.
- BG - خط التغذية.

يتكون نظام التحكم من العناصر الأساسية التالية: وحدة معالجة مركزية أو معالج ميكروبي (MP)، ومبدلات تشابهيّة - رقمية (Analogue- Digital converter) ومبدلات رقمية- تشابهيّة (Digital- Analogue converter)، وجهاز تحكم خاص يعمل على رفع أو خفض درجة حرارة الماء الساخن في المرجل وفق تغيرات درجة حرارة الهواء الخارجي، ومفتاح التشغيل الكهربائي مع صمام التعيير.

ينحصر عمل نظام التحكم بما يلي: على مدخل المحول تشابهي. الرقمي تدخل المعلومات عند درجة الحرارة الآتية للهواء الخارجي على شكل توتر متبدل للتيار المستمر حسب مايلي:

$U = F(t_H)$ ، وكذلك من المقياس الحراري. عند الاستهلاك اللحظي لحرارة التدفئة على شكل تيار متناوب $I = F(Q_0)$. وبناء على ذلك وبعد قياس شدة التيار يتم حساب الاستطاعة الكهربائية وعليه فإن الاستطاعة الحرارية (الاستهلاك الحراري) تعادل الاستطاعة الكهربائية المستهلكة. عدا ذلك على مدخل المحول التشابهي. الرقمي تدخل أيضاً إشارة من عداد الاستهلاك اللحظي لمياه شبكة محطة التدفئة الفرعية على شكل تيار متناوب $I = F(V_{gtp})$ ؛ حيث gtp : تعني محطة التدفئة الفرعية. وهذه الإشارة يتم إدخالها إلى مخطط تحديد الاستهلاك الأعظمي لمياه الشبكة في محطة التدفئة الفرعية.

إن الإشارات التشابهيّة في المحول التشابهي. الرقمي تتشكل وفقاً لنظام رقمي مناسب وتدخل إلى وحدة الدارات المتكاملة الدقيقة المبرمجة للحاسبات. ويتم في وحدة الدارات المتكاملة الدقيقة حساب قيم درجة الحرارة الداخلية خلال مجال زمني محدد وذلك وفقاً لبرنامج محدد. وفي المحول الرقمي. التشابهي تتحول قيمة درجة الحرارة الداخلية من رمز رقمي إلى إشارة مماثلة (تشابهيّة) على شكل جهد يتناسب طردياً مع الحرارة الداخلية وتدخل هذه الإشارة إلى مدخل منظم التدفئة. وبهذا الشكل تعتبر الإشارة على مدخل المنظم مماثلة لدرجة الحرارة الداخلية للهواء في المبنى المدقّق المدروس. ويقارن منظم التدفئة القيمة الآتية لدرجة الحرارة الداخلية مع القيمة التصميمية ويعطي الأوامر المناسبة وآلية التنفيذ لصمام التعيير. عند تغيير مؤشرات الدخل: درجات حرارة الهواء الخارجي واستهلاك حرارة التدفئة، عندها تتغير درجات الحرارة داخل المبنى المدروس وفي العلاقة الرياضية وفقاً للقانون نفسه وتتحرف عن القيمة المعطاة إلى القيمة نفسها. إذا كانت درجة الحرارة الداخلية في التصميم الرياضي تزيد عن القيمة الحسابية فإن منظم التدفئة يعطي أمراً بتشغيل آلية التنفيذ التي تحوي صمام التعيير مما يؤدي إلى خفض استهلاك حرارة التدفئة في الوقت نفسه، وكذلك لتخفيض مناسب لهذه الإشارة الداخلة إلى مدخل وحدة الدارات المتكاملة الدقيقة المبرمجة للحاسبات، مما يؤدي إلى تغيير مماثل في درجة الحرارة الداخلية للهواء في المباني المدروسة ودرجة الحرارة الداخلية في التصميم الرياضي. [5]

إن إعادة توزيع البث الحراري على نوعين من التحميل: التدفئة والتزود بالماء الساخن، يتم بفضل الجهاز الذي يؤمن الحد من الاستهلاك الأعظمي للمياه في محطة التدفئة الفرعية ويعتبر حمل التزود بالماء الساخن محدداً لأنه لا يتم تعويضه من الناحية العملية. إن النقص في تقديم حرارة التدفئة أثناء فترة التحميل الأعظمي للتزود بالماء الساخن ينفذ خلال فترة استهلاك المياه في الحدود الدنيا لذلك.

لقد تم وفقاً للمعادلة رقم (3) إعداد مخطط بلوك - لوغاريتم لحسابات درجة الحرارة الداخلية، حيث يتم في المراحل الأولى إدخال \bar{Q}_0 و $Dt\phi$ و b الثابتة وكذلك تمنح خطوة في مجال اختزال الزمن DZ ، وفي بداية الحسابات ومعالجة المعلومات يتم إدخال القيمة البدائية لدرجة الحرارة داخل المبنى المدقّق $t_B(0)$. ويتم بعد ذلك حساب القيمة المتوسطة لدرجة حرارة الهواء الخارجي $t_H^{cp}(i)$ والاستهلاك النسبي لحرارة التدفئة $\bar{Q}_0^{cp}(i)$

أثناء دورة الحسابات i خلال مجال زمني DZ .

خلال فترة زمنية تساوي /30 ثانية/ يمكن قراءة المعلومات الآتية عن درجة حرارة الهواء الخارجي وفي المرحلة الأخيرة يتم حساب درجة الحرارة الآتية داخل الغرف المدفأة t_B وفقاً للمعادلة رقم (3)

المواصفات الرئيسية لنظام التحكم بمحطة تدفئة فرعية

إن نظام التحكم الكلي بحمل التدفئة لمحطة تدفئة فرعية يتوضع على وسائط فنية مصنعة على شكل مجموعات. ويعتبر عنصر المراقبة المبرمج K_1-20 عنصراً أساسياً لنظام التحكم الآلي. ويستخدم مرسل حرارة على قاعدة مقياس استهلاك تحريضي $UP-61$ لجهاز حساس خاص لاستهلاك الحرارة. كما يستخدم في هذا النظام المصمم محول تشابهي- رقمي ومحول رقمي- تشابهي للتنفيذ الإلكتروني الدقيق، أي أن الأجهزة الكاملة من الناحية الوظيفية والتصميمية هي على أساس دارات متكاملة متتالية [6].

تعتبر محطة توليد التدفئة مصدراً للتزود بالحرارة حيث يتم فيها الضبط المركزي النوعي لإعطاء الحرارة حسب الحمولة المختلطة للتدفئة والتزود بالماء الساخن مع علاقة الحمولة الوسطية للتزود بالماء. بالنسبة لحمولة التدفئة المحسوبة للمشارك العادي $p_t^{CP.H} = 0,25$ إن درجة الحرارة المحسوبة لمياه الشبكة في خطوط التغذية بالماء الساخن $t'_1 = 120C^\circ$ ، حيث أن $t_{H.O} = +6C^\circ$ وهي درجة حرارة الهواء الخارجي، وتراقب نقطة الانخفاض في سجل درجات الحرارة $t_{H.H} = +3C^\circ$ و $t_{H.H} = 72C^\circ$.

إن الحمل الحراري المحسوب للتدفئة يساوي $Q_G = 4,08$ ميكا جول / ثانية، وحمل التزود بالماء الساخن المتوسط أسبوعياً مع حساب الضياع الحراري $Q_G^{CP.H} = 1,3$ ميكا جول / ثانية و $P_G^{CP.H} = 0,32$. حيث تم الحساب وفق الشروط التصميمية في محافظة اللاذقية، وعلى هذا الأساس تم حساب الحمل الحراري وفق البرنامج المخصص لهذا العمل. وتم التوصل إلى النتائج المذكورة أعلاه.

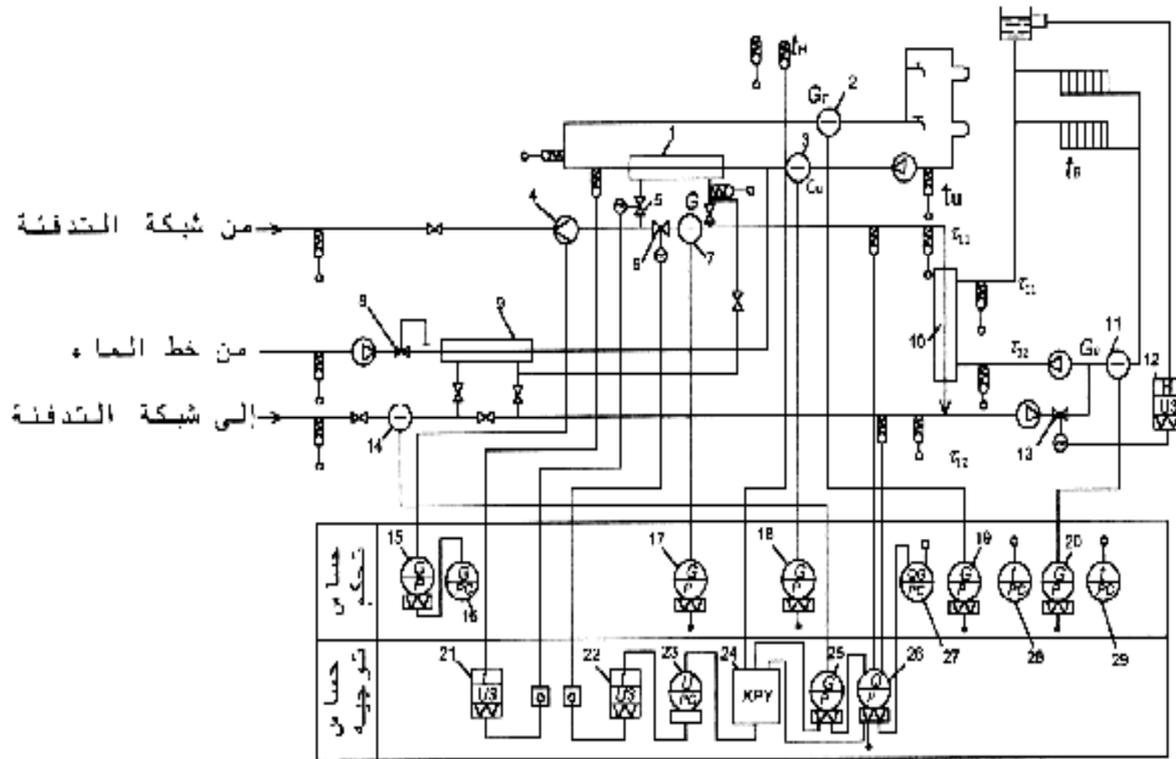
إن مخطط توصيل محطة التدفئة الفرعية مستقل عن شبكة التدفئة الرئيسية. القيم الحسابية لناقل الحرارة في شبكة الحي تساوي: $t_{01} = 95C^\circ$ و $t_{02} = 70C^\circ$. إن الاستهلاك المحسوب لمياه الشبكة في محطة التدفئة الفرعية في سجل درجات الحرارة اليومي يساوي 50 م³/سا.

لتنفيذ التجارب تم تزويد محطات التدفئة الفرعية بأجهزة قياس ومراقبة تم بواسطتها تسجيل مستمر للقيم الخاصة بالناقل الحراري - درجة الحرارة واستهلاك ناقل الحرارة، وكذلك استهلاك حرارة التدفئة ودرجة حرارة الهواء الخارجي، ويوضح الشكل رقم (2) المخطط المبدئي لمحطة التدفئة الفرعية مع الإشارة إلى توضع أجهزة القياس والمراقبة لقياس وتسجيل درجة حرارة الهواء في الأبنية المدفأة ذات الشقق المختلفة الاتجاهات بالنسبة للاشعاع الشمسي في الطوابق الأول - الخامس والثامن وكذلك في المداخل المتوضعة على الأطراف.

لقد مر نظام التحكم بتجربة ليس بصفته متتابعاً على مرحلتين بل مساعداً في مخططات تشغيل محطات التدفئة والتزود بالمياه الساخنة على حد سواء .

محاكاة عملية التحكم بحمل التدفئة والماء الساخن:

ويبين الشكل رقم (3) محاكاة عمل محطة التدفئة الفرعية المؤتمتة خلال يومي 10 و 11 نيسان من عام 2000 حسب المخطط المتتابع ثنائي المراحل لتشغيل محطات التدفئة والتزود بالماء الساخن في المحطة المختبرة والمنوه عنها في المقدمة.



الشكل (2) مخطط مبدئي لمحطة تدفئة فرعية مؤتمته

1، 9 - خط التغذية والعودة لمسخن التزود بالماء الساخن.

2، 3، 7، 11، 14 - أجهزة إرسال نسب الاستهلاك.

4 - فتحة الحجرة. 5، 6، 13 - صمام جارور (صمام اغلاق)

8 - منظم ضغط. 10 - مسخن تدفئة.

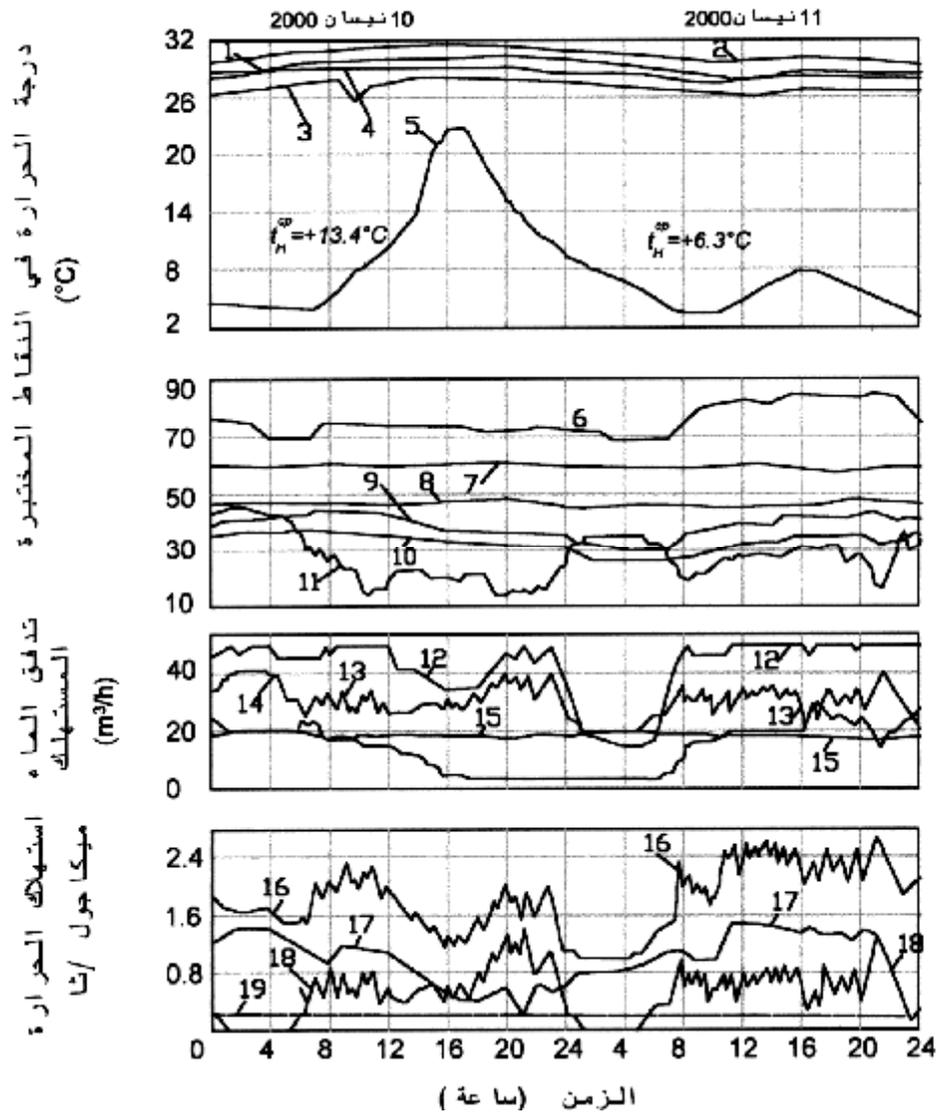
12 - مقياس الضغط في الفتحة. 19 - جهاز KCD_2 .

17، 20، 25 - جهاز ey-5. 21 - منظم GBC P25.2.

22 - منظم تدفئة (R P4 -Y)P 25.2. 23 - جهاز N-399.

24 - جهاز مراقبة عام مبرمج K₁-20. 26 - مجموعة معالجة إشارات عداد الحرارة.

28، 29 - KCM₂.



الشكل رقم (3) الأنظمة اليومية لعمل محطة التدفئة الفرعية المؤتمنة

- 1-4 - درجات الحرارة التالية - درجة الحرارة الداخلية التصميمية، في شقة متوسطة تقع في الطابق الخامس وفي شقة تقع في الزاوية في الطابق الثامن، درجة الحرارة الداخلية المحسوبة.
- 5- درجة حرارة الهواء الخارجي .
- 6، 11 - درجتا حرارة ماء الشبكة في خطوط التغذية والعودة (الراجع) للمحطة الفرعية.
- 7-8 - درجات حرارة الماء في خطوط التغذية والعودة لأنظمة المحطة الرئيسية المتتابعة ثنائية المراحل .
- 9، 10 - درجتا الحرارة في خطوط التغذية والعودة لشبكة التدفئة .
- 12، 14 - استهلاك الماء من الشبكة في محطة التدفئة الفرعية عن طريق صمام التعيير (التحكم) .
- 13، 15 - استهلاك الماء بعد المرحلة العليا للمسخن في المحطة الرئيسية المتتابعة ثنائية المراحل، وفي الدارة المغلقة للمحطة الرئيسية .
- 16، 19 - استهلاك حرارة التدفئة في محطة التدفئة الفرعية، وفي المحطة الرئيسية المتتابعة ثنائية المراحل.

بالنسبة لليوم العاشر من شهر نيسان فقد تميز بالمجال الأعظمي لتغير درجة حرارة الهواء الخارجي حيث سجل حوالي 18°C أما في مجال التغيرات في الحادي عشر من نيسان بالنسبة لدرجة الحرارة الخارجية فقد سجل حوالي 8 درجات مئوية وقد بلغ متوسط درجة حرارة الهواء الخارجي يوم 10 نيسان $t_H^{\text{cp}} = +13,4^{\circ}\text{C}$ أما في يوم 11 نيسان فبلغت $+6,3^{\circ}\text{C}$.

تتميز الفترة المدروسة بأن ضبط حمل التدفئة قد جرى في مجال تغير مفاجئ للسجل الحراري للضبط المركزي وهذا يعني أن $t_H > 3^{\circ}\text{C}$ وفي هذه الفترة فإن درجة حرارة مياه الشبكة في الخط المؤدي إلى محطة التدفئة الفرعية تكون أعلى مما هو ضروري لتغطية حمل التدفئة.

يوضح الشكل رقم (3) كيفية تأمين مياه شبكة التغذية في محطة التدفئة الفرعية بواسطة منظومة ضبط لتغطية حمل التدفئة والتزود بالماء الساخن وهكذا فإن تدفق المياه المستهلك للشبكة في محطة التدفئة الفرعية قد تغير بحدود تتراوح من الحد الأعظمي الذي يعادل $50 \text{ م}^3/\text{سا}$ حتى $35 \text{ م}^3/\text{سا}$ خلال يوم 10 نيسان ومن 15-50 $\text{م}^3/\text{سا}$ خلال يوم 11 نيسان.

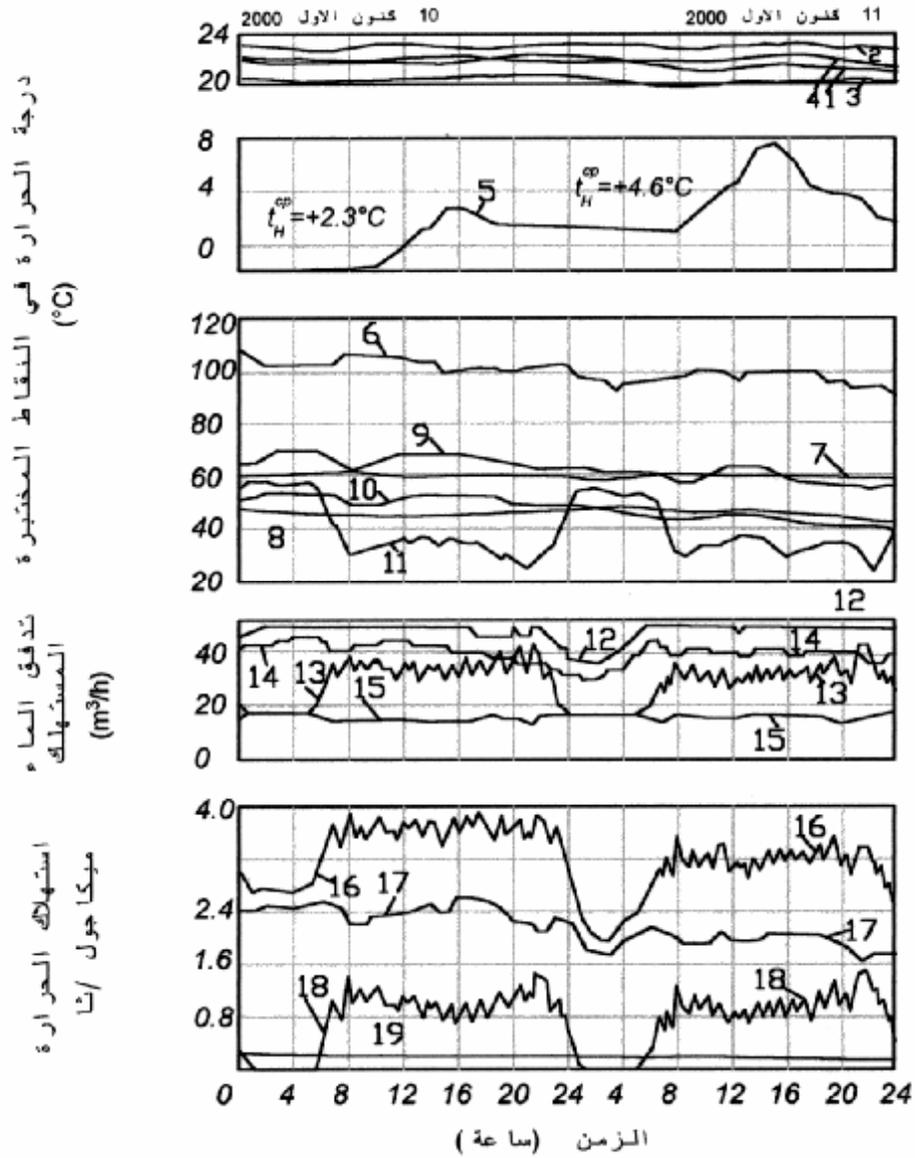
إن درجة حرارة مياه الشبكة في خط التغذية لمحطة التدفئة الفرعية خلال يومين قد تبدلت بحدود تتراوح بين 70-86 م° أما متوسط تدفق المياه المستهلك للشبكة خلال الفترة المدروسة فقد بلغ $41.6 \text{ م}^3/\text{سا}$ أما القيمة الحسابية فهي $41.3 \text{ م}^3/\text{سا}$ وتوضح الزيادة الطفيفة في الاستهلاك الفعلي لمياه الشبكة عن القيمة النظرية بأن درجة الحرارة الفعلية في الخط المؤدي إلى شبكة التدفئة كانت أقل من الحسابات .

ونرى من الشكل رقم (3) أنه في مرحلة حدوث الحمل الأعظمي للتزود بالمياه الساخنة قد حدث بشكل رئيسي من الساعة 7 وحتى الساعة 10 صباحاً ومن الساعة 18 - 22 مساءً عند ذلك فإن صمام تعبير التدفئة الذي يتحكم به محدد الاستهلاك قد أغلق والقسم الأكبر من ناقل الحرارة قد دخل إلى الجزء الأعلى من التزود بالماء الساخن .

في ساعات الليل عندما كانت درجة الحرارة في النموذج أقل من 20°C حدث نقص في الحرارة أثناء التدفئة وهذا النقص حدث فقط في ساعات الحمل الأعظمي للتزود بالماء الساخن وفي مرحلة الحمل المعتدل للتزود بالماء الساخن الذي تم مراقبته بشكل أساسي من الساعة 11 وحتى الساعة 16 وإن تدفق المياه المستهلك للشبكة قد تم تحديده بين شكلين من الحملات عن طريق تناسب حملات التزود بالماء الساخن والتدفئة.

إن استهلاك حرارة التدفئة قد بلغ خلال الفترة المدروسة $1.1 \text{ ميكا جول /ثانية}$ ، أي أقل من المحسوب والذي يساوي $1.12 \text{ ميكا جول /ثانية}$ خلال درجة حرارة وسطية تساوي $t_H^{\text{cp}} = 8,4^{\circ}\text{C}$ أي 2% تقريباً. ويمثل الشكل رقم (4) محاكاة الأنظمة اليومية لعمل محطة التدفئة الفرعية المختبرة عند درجات حرارة أقل للهواء الخارجي خلال يومي 10 و 11 كانون الأول 2000 .

إن درجة الحرارة الخارجية خلال الفترة المدروسة قد تبدلت من صفر حتى 8°C وقد بلغ متوسط استهلاك مياه الشبكة خلال هذين اليومين $46,1$ و $47,3 \text{ م}^3/\text{سا}$ وهذه القيم قريبة من القيم النظرية. إن استهلاك مياه الشبكة لم يتجاوز عن $50 \text{ م}^3/\text{سا}$ خلال فترة التشغيل وهو الحد الأعظمي المسموح به.



الشكل (4) الأنظمة اليومية لعمل محطة التدفئة الفرعية المؤتمته

- الرموز هنا هي نفس الرموز في الشكل (3)

لقد انخفضت درجة حرارة مياه الشبكة في الخط المؤدي إلى شبكة التدفئة الفرعية خلال الفترة المدروسة من 107 إلى 94م°. ومن خلال المنحنيات المقدمة، الشكل (4). يتضح أن حمولة الماء الساخن قد أظهرت تأثيراً أقل على توزيع استهلاك مياه الشبكة بين شكلين من الحمولات، حيث أنه يتضح بنتيجة عمل المحطة الفرعية في فترة الانخفاض الحاد لمنحني درجة الحرارة، والذي يرافقه تبدل في استهلاك مياه الشبكة من 37 حتى 50 م³/سا، وباعتبار أن الحد المسموح به للاستهلاك هو 50 م³/سا فإن النظام الهيدروليكي في المحطة الفرعية كان أكثر استقراراً.

يبين الجدول رقم (1) القيمة الوسطية اليومية للمؤشرات التي تميز أنظمة عمل محطة التدفئة الفرعية خلال الأيام المدروسة: درجة الحرارة الداخلية المحسوبة في المراقب العام المبرمج k-20 التي تغيرت من 20 حتى 21,5 م°، أما في المباني المراقبة من 20 حتى 22 درجة مئوية، حيث أن درجة الحرارة الداخلية الأعظمية المحسوبة في kpy قد تغيرت عن القيمة الحسابية وفق المعادلة رقم (1) بحدود 0,5 م°.

الجدول رقم (1) القيمة الوسطية لمؤشرات نظام عمل المحطة في الأيام المدروسة.

التاريخ				الحجم
10/4/2000	11/4/2000	10/12/2000	11/12/2000	
+13,4	+6,3	+2,3	+4,6	درجة الحرارة الوسطية للهواء الخارجي [c°]
70	75,2	98,4	92,3	درجة الحرارة الوسطية الفعلية لماء الشبكة في الخط المغذي لمحطة التدفئة الفرعية. [c°]
40,5	42,6	48,6	47,7	الاستهلاك الوسطي الفعلي لماء الشبكة في محطة التدفئة الفرعية (m ³ /h)
36,6	46,2	46,1	47,3	الاستهلاك الوسطي الحسابي لماء الشبكة في محطة التدفئة الفرعية (ميكا جول /ثا)
0,96	1,25	2,32	1,98	الاستهلاك الوسطي الفعلي لحرارة التدفئة (ميكا جول / ثا)
0,94	1,3	2,45	2,16	الاستهلاك الوسطي الحسابي لحرارة التدفئة (ميكا جول /ثا)
0,98	0,77	0,43	0,51	التناسب الوسطي لحمولات التزود بالماء الساخن والتدفئة
26,8	28,2	41	40	درجة الحرارة الوسطية الفعلية لماء الشبكة في الخط الراجع في محطة التدفئة الفرعية [c°]
25	30	40	38	درجة الحرارة الوسطية الحسابية لماء الشبكة في الخط الراجع في محطة التدفئة الفرعية [c°]
21,3	20,6	20,8	20	درجة الحرارة الوسطية الفعلية في التصميم [c°]
20,8	19,6	20,2	19,8	درجة الحرارة الوسطية الحسابية في التصميم [c°]

لقد بينت التجارب بأنه يمكن تأمين نظام تحكم بحمل التدفئة عن طريق التوزيع المنتظم لحرارة التدفئة بما يتناسب مع الضياعات الحرارية الفعلية للأبنية. حيث كانت درجة حرارة الهواء في الأبنية المدفأة بحدود 20 - 22 م°.

النتائج :

- (1) لقد بينت تجارب نظام التحكم المدروس بحمل التدفئة قدرته على العمل والتأكد من الإمكانية العملية لاستخدام طريقة التصميم الرياضي في التحكم الكلي لمحطة تدفئة فرعية لبث الحرارة بعناية فائقة.
- (2) يبين نظام التحكم المدروس قدرة المباني على اختزان الحرارة لتسوية السجل اليومي لاستخدام الحرارة ويحافظ على درجة الحرارة الداخلية في المباني المدفأة في منطقة الراحة وكذلك يحافظ على استقرار استهلاك مياه الشبكة في محطة التدفئة الفرعية ولا يسمح بزيادته عند تحديد الاستهلاك الأعظمي.
- (3) الحسابات الفنية والاقتصادية تبين أن كلفة نظام التحكم المدروس ستعوض بعد 6 سنوات تقريباً. حيث يتم توفير في الطاقة الحرارية من 3-5% سنوياً، أي ما يعادل 18-30% خلال فترة تعويض كلفة نظام التحكم.

المراجع:

.....

-1 سوكولف ي. ايزفيكوف أ.ف. بولتشفيف أ.س. التنظيم الكلي للحمولة الحرارية /هندسة الطاقة الحرارية/. موسكو 1985. العدد رقم /3/. ص50-56.

-2 سوكولف ي. التحسين الحراري والشبكات الحرارية. موسكو. معهد الطاقة. 1982.

3- Wiśniewski s: wymiana ciepła .PWN. Warsaw 1988.

4- Process/ industrial instruments and control. Douglas M.page 240 colifornia 1993.

5- control Tutorials for matlab and simulink. Dawn. New jersey 2000.

6- Electrohydraulic control systems. Norvele. New jersey. 2000.