المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص تقنية التصنيع الغذائي

التحكم الآلي في التصنيع الغذائي

(عملي)

٢٥٥ صنع

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني إلى تأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها من أجل إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي لتصل بعون الله تعالى إلى مصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي مطالب سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي مطالب، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل و المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه مطالب سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " التحكم الآلي في التصنيع الغذائي - نظري " لمتدربي قسم" تقنية التصنيع الغذائي " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تساهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، مع بالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

اعتمادا علي ما تم تناوله بالدراسة في الحقيبة النظرية لسلسلة من الوحدات المتتالية التي تقوم كل منها بأداء عملية معينة للتحكم بالمادة الغذائية وصولاً إلى المنتج النهائي فلا بد من إجراء بعض التدريبات العملية لمواكبة تطوّر استخدام التحكم الآلي في التصنيع الغذائي مع تطور استخدام العمليات التصنيعية المستمرة في هذا المجال . وتشمل المتغيرات الخارجة من العملية التصنيعية في حالة تحكم التغذية الخلفية والتداخلات في العلميات التصنيعية في الحالات التي يتم التحكم فيها آلياً ، والمستوى ودرجة الحرارة ومعدّل التدفق ومحتوى المواد الصلبة المذابة (التركيز) . ولهذا فقد صممت التجارب في هذه الحقيبة لتغطي الجوانب المختلفة لعمليات التحكم الآلي نوع التغذية الأمامية ونوع التغذية الخلفية لهذه المتغيرات وتدريب المتدربين على فهم ديناميكيتها ورسم مخططاتها ومعرفة كيفية ضبطها . كما أفردت بعض التجارب لتدريب المتدربين على أجهزة معملية على كيفية التحكم الآلي في عملية بسترة الحليب وعلى كيفية ضبط ظروف التحكم الآلي في جهاز التنظيف الموضعي عند استخدامه في تنظيف جهاز البسترة.

هذا ونسأل الله أن نكون قد وفقنا في تقديم المادة العلمية المناسبة وأن ينفع بها أبناء هذا البلد الكريم.

التحكم الآلي في التصنيع الغذائي- عملي

متغيرات حلقة التحكم الآلي

مقدمة الوحدة

اسم الوحدة: متغيرات حلقة التحكم الآلي.

الجدارة: التعرف على متغيرات حلقة التحكم الآلي والتدريب على رسم مخططاتها لأنظمة مبسطة.

الأهداف:

١. تدريب المتدربين على معرفة متغيرات حلقة التحكم الآلي وتحديدها لأنظمة مبسطة.
٢. تدريب المتدربين على رسم مخططات القالب لأنظمة مبسطة.

.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪

الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة: ساعتان.

الوسائل المساعدة: قاعه دراسية مزودة بحاسب آلي وجهاز للعرض

مطالب الجدارة: أن يكون لدى المتدرب القدرة على التفاعل مع الموضوعات الموجودة في هذه الوحدة.

التدريب العملي

١. حدد ما يلي بالنسبة لفرن كهربائي يستخدم في مطبخ حديث.

أ. المتغير المتحكم فيه.

ب. المتغير المتلاعب فيه.

ت. التداخلات.

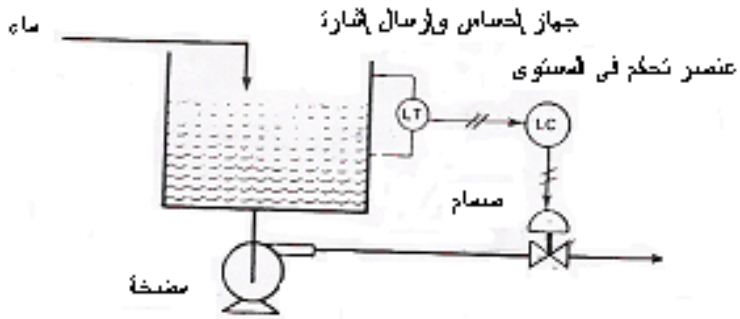
٢. حدد ما يلي بالنسبة لسخان ماء بالغاز .

ث. المتغير المتحكم فيه.

ج. المتغير المتلاعب فيه.

ح. التداخلات.

٣. الشكل أدناه يوضح نظام تحكم مبسط للتحكم في المستوى.



طوّر مخطط قالب لحلقة التحكم بالتغذية الخلفية لهذا النظام .

الحل

١.

أ. المتغير المتحكم فيه : درجة حرارة الفرن.

ب. المتغير المتلاعب فيه : شدة التيار الكهربائي.

ت. التداخلات : درجة الحرارة الخارجية ، محتويات الفرن ، التسرب ، فتح وقفل الباب ..الخ.

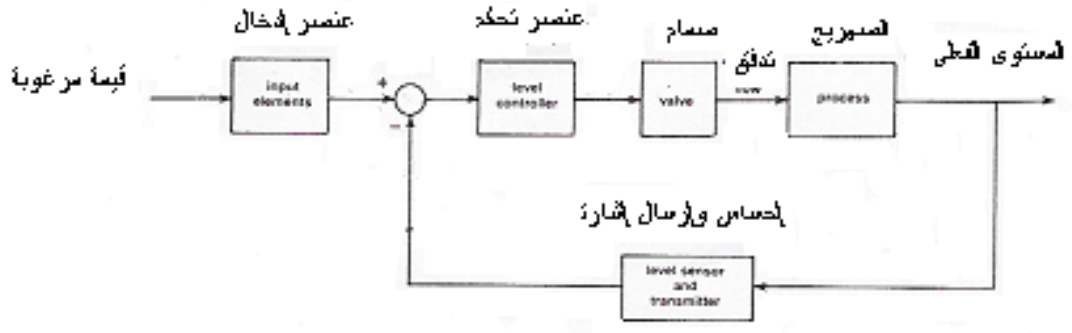
٢.

أ. المتغير المتحكم فيه : درجة حرارة الماء.

ب. المتغير المتلاعب فيه : معدل تدفق الغاز.

ت. التداخلات : استخدام الماء ، المحتوى الحراري للغاز ، درجة الحرارة الخارجية ، درجة حرارة الماء الداخل ..الخ.

٣.



التحكم الآلي في التصنيع الغذائي

التحكم الآلي في معدل التدفق

مقدمة الوحدة

اسم الوحدة: التحكم الآلي في معدّل التدفق.

الجدارة: التعرف ميكانيكية أنظم التحكم الآلي في معدّل تدفق المواد الغذائية السائلة المختلفة.

الأهداف:

١. التعرف على ميكانيكية عمل أنظمة مبسطة وأنظمة متطورة للتحكم الآلي في معدّل التدفق
٢. مناقشة كيفية تشغيل هذه الأنظمة ورسم مخططات لها.
٣. التعرف على نظم تحكم الحلقة المغلقة والحلقة المفتوحة ونظم التغذية الأمامية والتغذية. الخلفية

.

مستوى الأداء المطلوب: ن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة: ٤ ساعات.

الوسائل المساعدة: قاعه دراسية مهيأة لعرض المخططات والرسومات ومناقشتها بواسطة المتدربين في شكل مجموعات

مطالب الجدارة: أن يكون لدى المتدرب القدرة على التفاعل مع الموضوعات الموجودة في هذه الوحدة.

الدرس العملي الأول

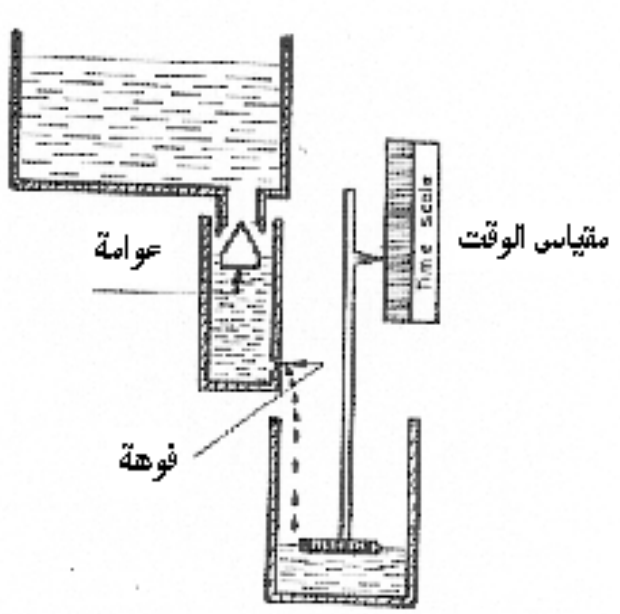
التحكم في مستوى الماء باستخدام عوامة للتحكم في معدّل التدفق

الأهداف :

١. تعرف ميكانيكية عمل نظام مبسط للتحكم في معدّل التدفق بالتحكم في مستوى السائل في صهريج.
٢. مناقشة كيفية التشغيل من خلال نظام تحكم آلي نوع التغذية الخلفية

التدريب العملي

من الشكل ١,٢ الذي يوضح ساعة ماء ناقش كيفية التشغيل وأشرح كيف توفر العوامة تحكم تغذية خلفية يحافظ على دقة الساعة.

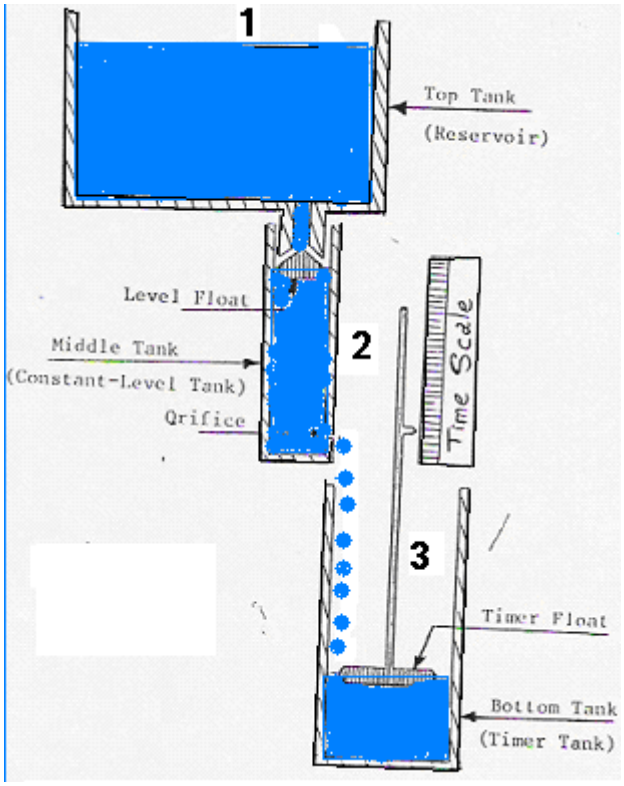


شكل ١,٢ ساعة الماء

الحل :

يجب على المدرب إشراك وتمرين المتدربين في الوصول إلى هذا الحل وذلك من خلال المناقشة لكل خطوة من خطوات الحل.

الهدف الأساسي من المنظوم هو المحافظة على سرعة ثابتة للمؤشر على مقياس الزمن. أي أن المؤشر الذي يتصل بالعوامة في الصهريج ٣ يجب أن يتحرك لمسافات متساوية أثناء فترات زمنية متساوية . وبهذا فإن المقياس يقرأ مباشرة الزمن. الشكل ٢,٢ يوضح المخطط الفيزيائي المفصل لمنظوم ساعة الماء .



شكل ٢,٢ التحكم الآلي لمستوى الماء في ساعة الماء

الوسائل لتحقيق الهدف :

يتم الحصول على تدفق منتظم خلال الفوهة في الصهريج السفلي بالمحافظة على مستوى ثابت للماء في صهريج ٢ . هذا يؤدي إلى إضافة منتظمة للماء إلى الصهريج ٣ وإلى إزاحة ثابتة للعوامة والمؤشر المرتبط بها عبر المقياس.

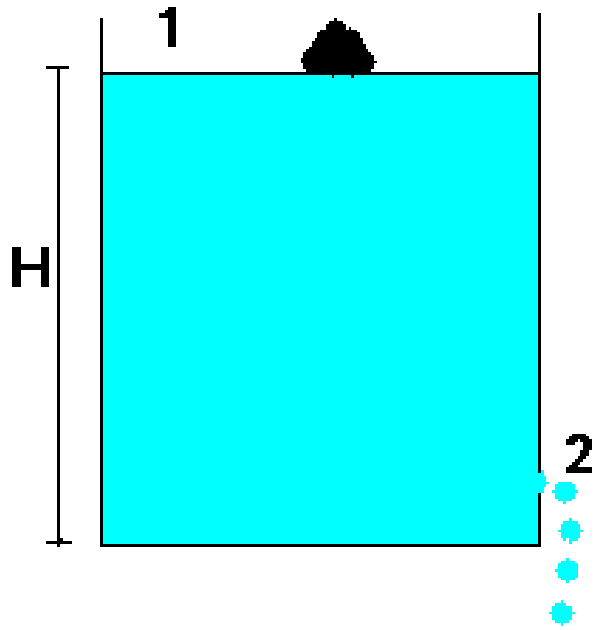
تشغيل ساعة الماء:

عندما ينتقل الماء من الصهريج ٢ إلى الصهريج ٣ ينخفض مستوى الماء في الصهريج ٢ فتتحرك نتيجة لذلك العوامة العليا إلى لأسفل . يؤدي هذا إلى فتح فوهة الأنبوب أسفل الصهريج ١ وبذلك يتدفق الماء إلى

الصهريج ٢ ويرتفع مستوى الماء حتى يصل إلى القيمة المرغوبة وتقوم العوامة العليا بقفل فوهة الأنبوب كلياً . وبهذه الطريقة ترفع العوامة العليا وتنخفض آلياً للمحافظة على مستوى ثابت للماء في الصهريج ٢. ويجب المحافظة على معدل ثابت لتدفق الماء إلى الصهريج ٣ دائماً حتى تترفع عوامة التوقيت بسرعة ثابتة .
إذا فرضنا أن معدل التدفق خلال الفوهة كان Q ومساحة المقطع العرضي للصهريج ٣ هي A فإن :

$$dh / dt = Q / A$$

وبما أن A ثابت فيمكن المحافظة على dh / dt ثابتة بجعل Q ثابتة فقط .
للحصول على معدل تدفق ثابت Q خلال الفوهة يجب أن يكون علو الضغط عبر الفوهة ثابتاً ويمكن توضيح ذلك باستخدام معادلة برنولي بين النقطتين ١ و ٢ للشكل ٣,٢.



شكل ٣,٢ استخدام معادلة برنولي للتدفق خلال الفوهة في الصهريج ٢

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + H = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma}$$

وبما أن $p_1 = p_2$ = الضغط الجوي

و $v_1 = 0$

إذن :

$$\frac{v_1^{\,2}}{2g} = H$$

أو:

$$v_2 = \sqrt{2gH}$$

حيث H = علو مستوى الماء

V_2 = السرعة عند النقطة ٢

إذن :

$$Q = A_0 v_2 = A_0 \sqrt{2gH}$$

حيث A_0 = مساحة المقطع العرضي للفوهة

إذن:

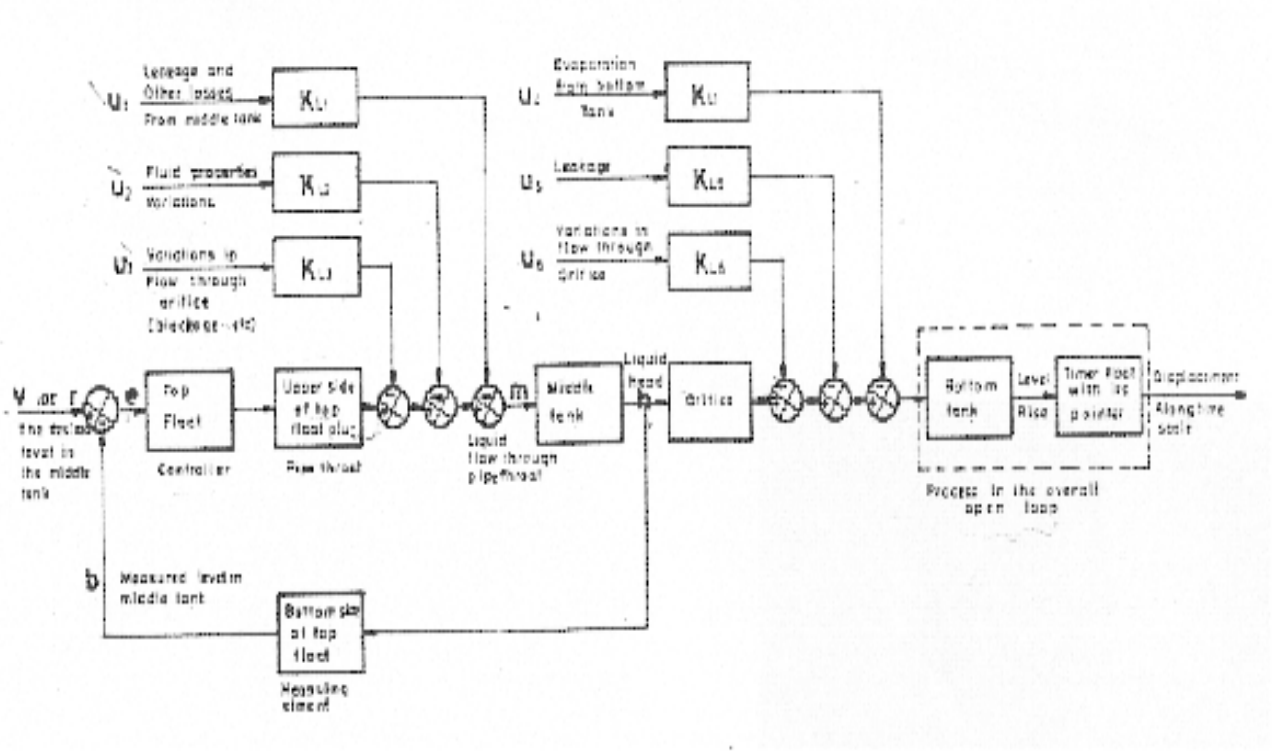
$$\frac{dh}{dt} = \frac{A_0}{A}\sqrt{2gH}$$

وبما أن A و A_0 ثابتة ، فإن جعل H ثابتة كافٍ لضمان معدل إزاحة ثابت لعوامة التوقيت . هذه المهمة تقوم بها بصورة ثابتة العوامة العليا وبذلك يحقق المنظوم هدفه.

$$\frac{dh}{dt}$$

التحكم الآلي لهذا المنظوم :

يكوّن المنظوم بصورة كاملة حلقة مفتوحة بينما يتم التحكم في مستوى الماء في الصهريج الوسط بواسطة حلقة تغذية خلفية مغلقة كما هو موضح في مخطط القالب الكلي للمنظوم شكل ٤,٢ .



شكل ٤,٢ مخطط القالب الكلي لنظام التحكم في ساعة الماء

الجدول التالي يوضح عناصر التحكم controlling elements والمتغيرات variables :

أ. الحلقة المغلقة الداخلية :

عناصر التحكم	المتغيرات
١. العملية التصنيعية Process : الصهريج الوسط. ٢. جهاز التحكم controller : العوامة العليا ٣. عنصر التنظيم regulating element : الطرف العلوي للعوامة العليا مع الفوهة أسفل الصهريج ١. ٤. عنصر القياس measuring element : الطرف السفلي للعوامة العليا.	١. المتغير المتحكم فيه controlled c variable : المستوى في الصهريج الوسط ٢. المتغير الذي يتلاعب به manipulated variable m : فتحة الفوهة الذي يتحكم فيها بالطرف العلوي للعوامة. ٣. متغيرات الحمل load variables u_i : متغيرات الحمل الأساسية كما موضحة في شكل ٤.

ب. الحلقة المفتوحة الكلية

عناصر التحكم	المتغيرات
١. العملية التصنيعية : الصهريج السفلي ٢. جهاز التحكم : كل العناصر الموجودة في الحلقة المغلقة تعمل كجهاز تحكم للحلقة المفتوحة الكلية. ٣. عنصر التنظيم : الصهريج الوسط مع الفوهة. ٤. عنصر القياس : لا توجد عناصر قياس . كما هو معلوم لا نحتاج لقياس للمتغير المتحكم فيه في الحلقة المفتوحة.	١. المتغير المتحكم فيه : إزاحة المؤشر إلى أعلى ٢. المتغير المتلاعب به : التدفق خلال الفوهة ٣. متغير الحمل U_j: يمكن أن تتداخل متغيرات حمل عديدة في المنظوم كما هو موضحة في شكل ٤.

الدرس العملي الثاني

أنواع التحكم الآلي لعملية تدفق مائع خلال أنبوب

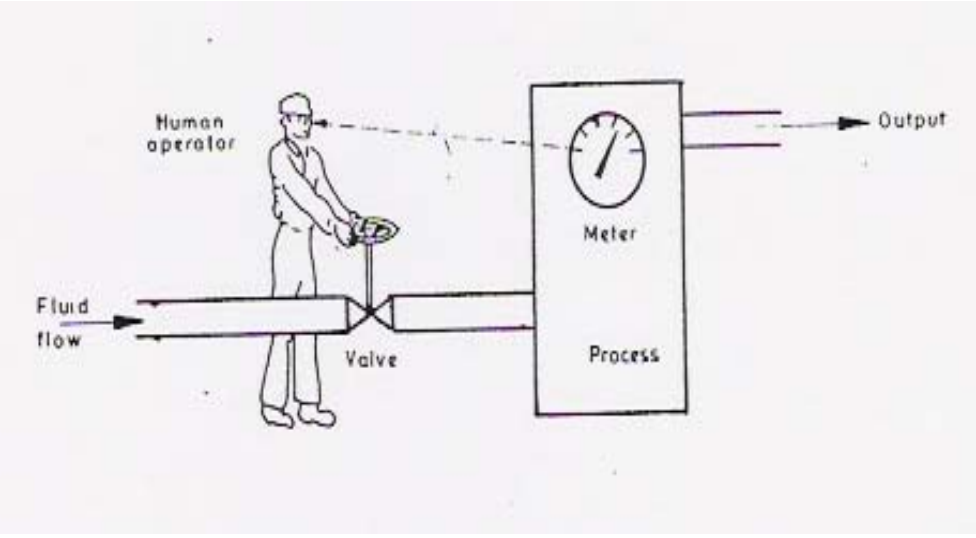
الأهداف : تدريب المتدربين على :

١. التفريق بين نظام تحكم الحلقة المغلقة والحلقة المفتوحة.
٢. رسم مخطط القالب والمخطط الفيزيائي لمنظوم تحكم في عملية تصنيعية.
٣. اختيار نظام التحكم المناسب لعملية تصنيعية.
٤. كيفية تحويل منظوم تحكم يدوي إلى منظوم تحكم آلي نوع تغذية أمامية.

التدريب العملي

استخدمت أنظمة التحكم في الماضي المشغّل كجزء من نظام تحكم الحلقة المفتوحة كما هو موضح في شكل ٥,٢ لعملية تحكم في تدفق مائع.

أ. أرسم مخطط القالب لمنظوم التحكم موضحاً متغيرات الحمل الممكنة.
ب. كيف يمكن تحويل هذا المنظوم إلى منظوم تحكم آلي نوع تغذية أمامية . ثم أرسم المخطط الفيزيائي ومخطط القالب لهذا المنظوم الجديد.
ج. ما هو نوع التحكم الآلي الذي توصي به لهذا المنظوم ؟ أرسم المخطط الفيزيائي ومخطط القالب لهذا النوع الذي توصي به.



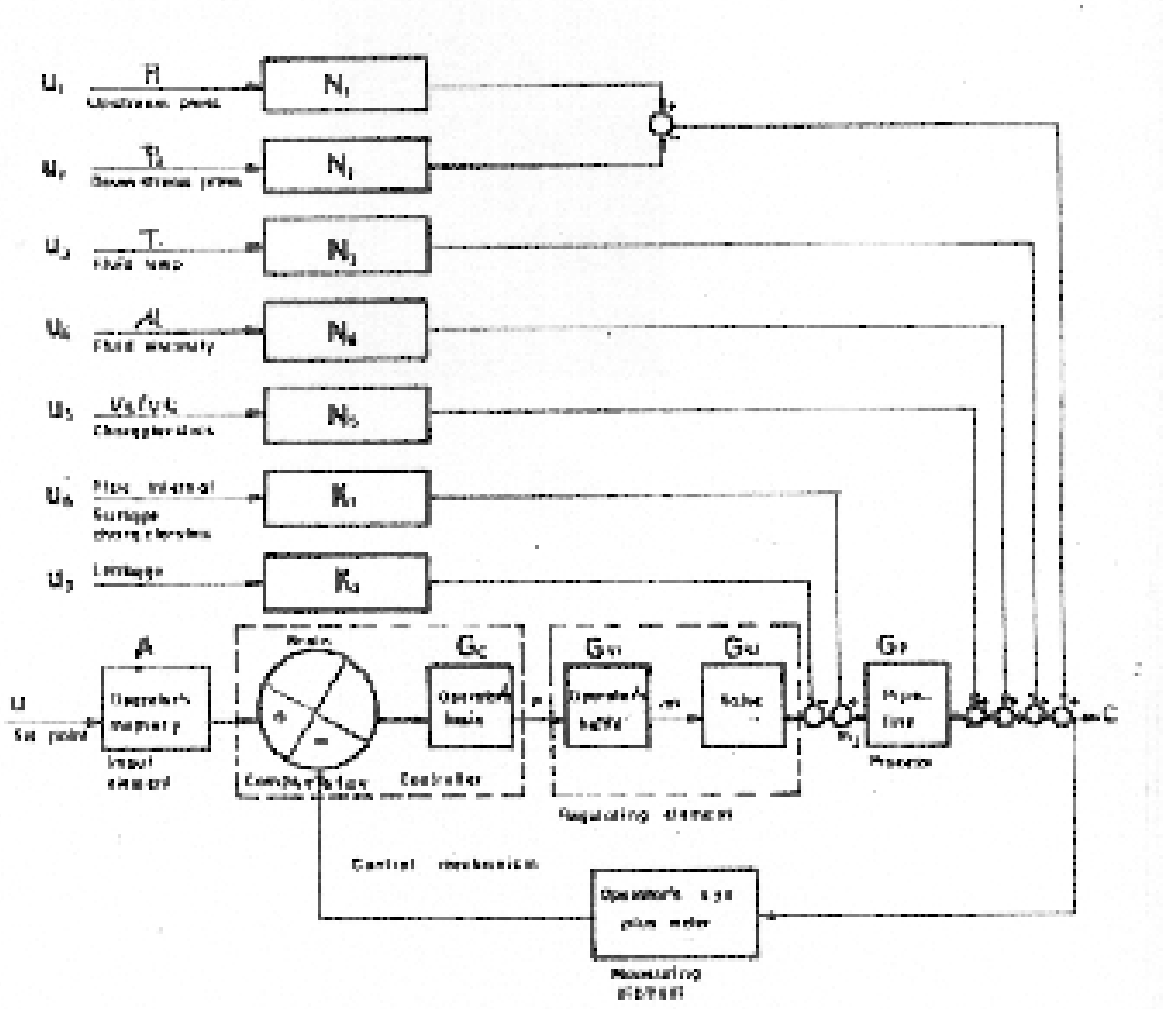
شكل ٥,٢ المخطط الفيزيائي للتحكم اليدوي لعملية تدفق مائع

الحل :

يجب على المدرب إشراك وتمرين المتدربين في الوصول إلى هذا الحل وذلك من خلال المناقشة لكل خطوة من خطوات الحل.

أ. العملية : المطلوب هو المحافظة على معدل تدفق ثابت للمائع خلال الأنبوب . يتم قياس معدل التدفق الفعلي بواسطة مقياس تدفق ويتم مراقبة هذا المقياس بواسطة المشغّل. يقوم المشغّل بمقارنة قراءة المقياس والقيمة المرغوبة لمعدل التدفق والتي يختزنها في ذاكرته. إذا كان هناك فرق بين القيمتين يقوم المشغّل بتغيير فتحة الصمام حتى يتم الوصول إلى القيمة المرغوبة لمعدل التدفق.

الشكل ٥,٢ أعلاه يوضح المخطط الفيزيائي للمنظوم والشكل ٦,٢ يوضح مخطط القالب المناظر له.



شكل ٦,٢ مخطط القالب للتحكم اليدوي لعملية تدفق مائع خلال أنبوب

عناصر المنظوم :

١. العملية : الأنبوب أو المضخة والتي تحرك بواسطة الصمام الذي يؤثر على الضغط والتدفق الخارج منها.

٢. عنصر التحكم : المشغّل.

٣. عنصر القياس : المقياس + العين.

٤. عنصر التحريك : الصمام + اليد.

متغيرات المنظوم :

v = القيمة المرغوبة.

r = قيمة الإدخال القياسية = قراءة المقياس المطلوبة .

c = المتغيرات المتحكم فيها = معدل تدفق المائع.

m = المتغير المتلاعب فيه = فتحة الصمام.

U_j = متغيرات الحمل = وهي عديدة منها :

U_1 = ضغط المائع الداخل.

U_2 = ضغط المائع الخارج.

U_3 = خصائص المائع مثل درجة الحرارة ، اللزوجة ...الخ

U_4 = خصائص الصمام (التسرب ، التهالك ...الخ)

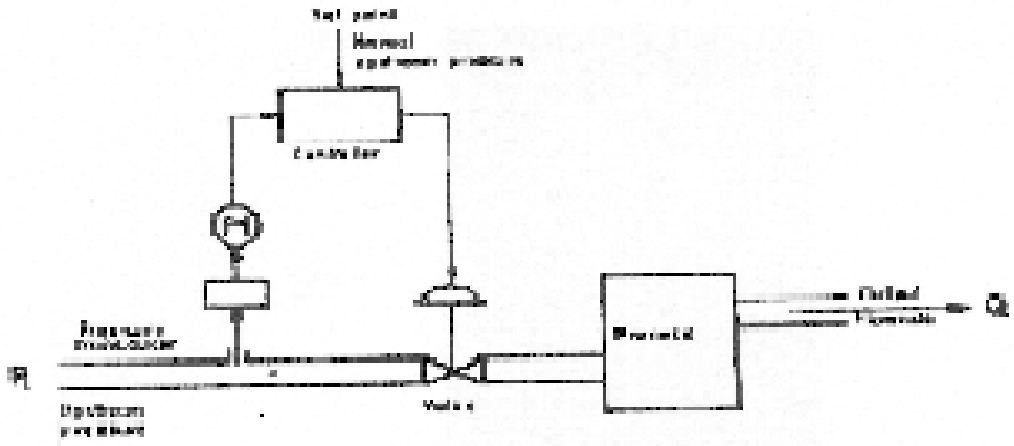
U_5 = خصائص سطح الأنبوب الداخلي (التآكل ، تكون الترسبات .. الخ) .

U_6 = التسرب الخارجي .

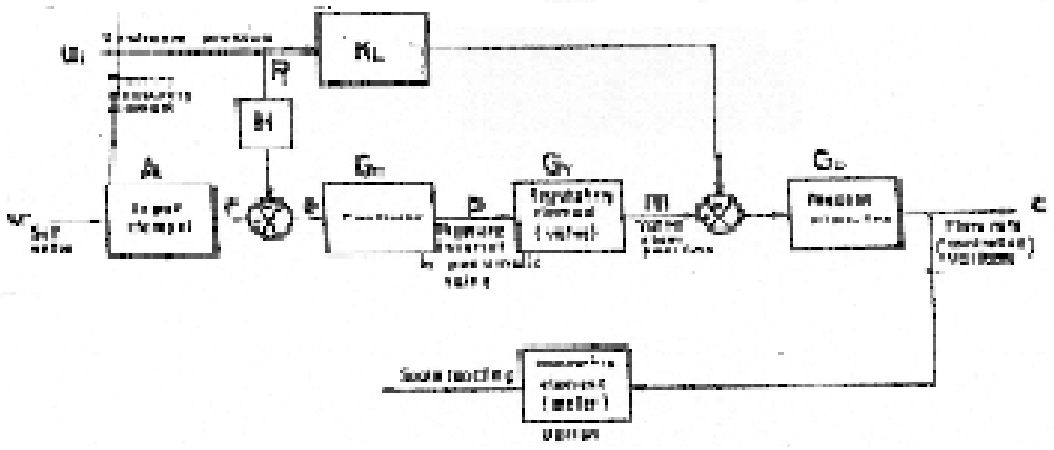
ب.

لتحويل هذا المنظوم إلى منظوم تحكم آلي تغذيته أمامية ، يجب أن نصحح أي تداخلات تؤثر على المتغير المتحكم فيه.

هناك العديد من متغيرات الحمل . إذا اعتبرنا ضغط المائع الداخل P_1 كمصدر أساسي للتدخلات فإن المخطط الفيزيائي ومخطط القالب لمنظوم التغذية الأمامية يمكن توضيحها في الأشكال ٧,٢ و ٨,٢ على التوالي :



شكل ٧,٢ مخطط فيزيائي لتحكم التغذية الأمامية لعملية تدفق المائع



شكل ٨,٢ مخطط القالب لتحكم التغذية الأمامية لتدفق المائع

يجب ملاحظة أنه على الرغم من أن المتغير المتحكم فيه (معدل تدفق المائع)

يمكن قياسه فإن الحلقة تبقى مفتوحة. لم يتم تغذية قيمة المتغير المتحكم فيه المقاسة إلى عنصر التحكم ولم تستخدم لممارسة التحكم في المنظوم .

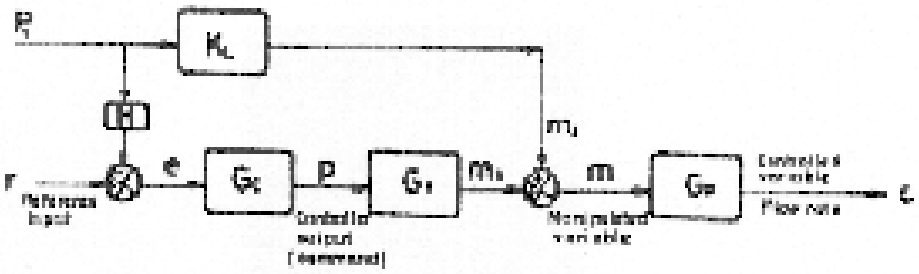
يمكن رسم مخطط القالب للشكل ٨,٢ بعدة طرق تختلف فقط في المظهر كما هو موضح في شكل ٩,٢.

يشبه الشكل ٥,٢–d الشكل ٥,٢c- ولكنه حذف المسار المتعرج للشكل ٥,٢c-

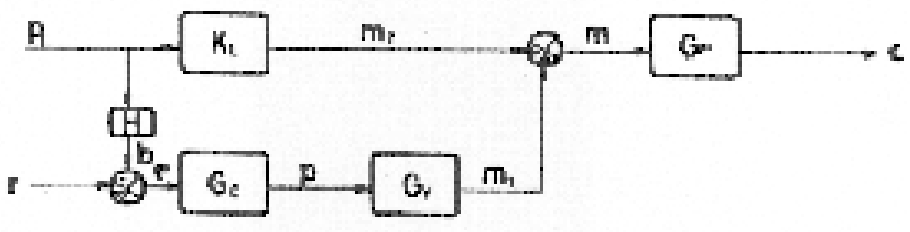
والذي يوضح حلقة مغلقة بينما هي في الحقيقة حلقة مفتوحة وذلك لأنه لم يتم قياس المتغير المتحكم فيه (معدل تدفق المائع) ولم يتم تغذيته إلى عنصر التحكم تغذية

خلفية . الشكل ٥,٢ d- يكافئ الأشكال ٥,٢a- و ٥,٢b- .

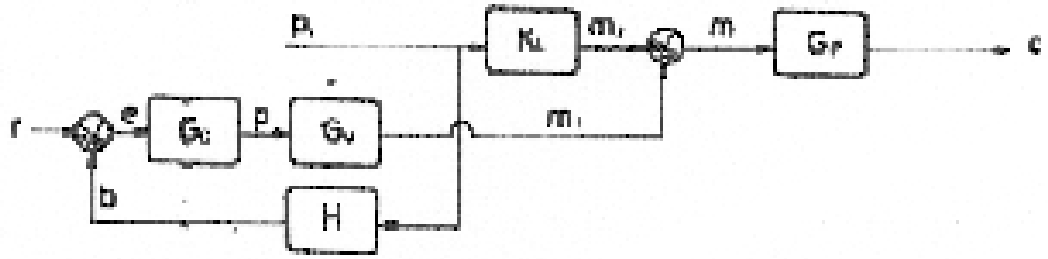
يمكن الحصول على تحكم تغذية أمامية أفضل بمراقبة والتحكم في أكثر من متغير حمل مفرد أو مصدر تداخل واحد . ولكن كلما زاد التداخلات التي يتحكم فيها يصبح نظام التحكم أكثر تعقيداً وأكثر تكلفة . فمثلاً في هذا المنظوم يمكن التركيز على تداخلات ثلاثة فقط وهي ضغط المائع الداخل P_1 وضغط المائع الخارج P_2 ولزوجة المائع u وهذا يتطلب نظام تحكم تغذية أمامية عديد المتغيرات كما موضح في الأشكال ٦,٢ و ٧,٢ .



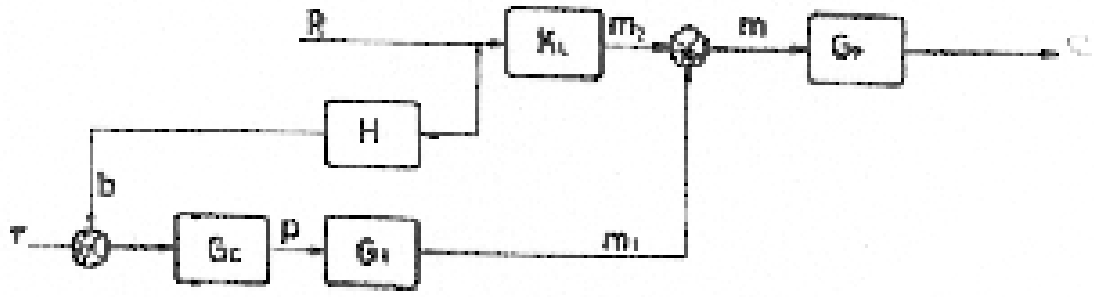
شكل ٩,٢ أ



شكل ٩,٢ ب

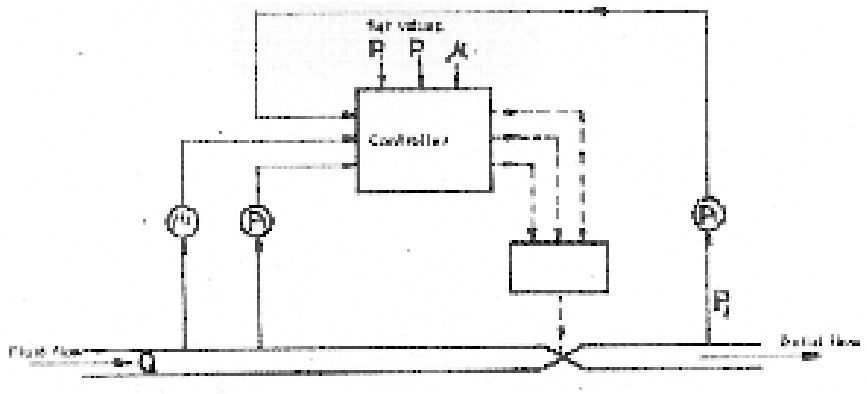


شكل ٩,٢ ج

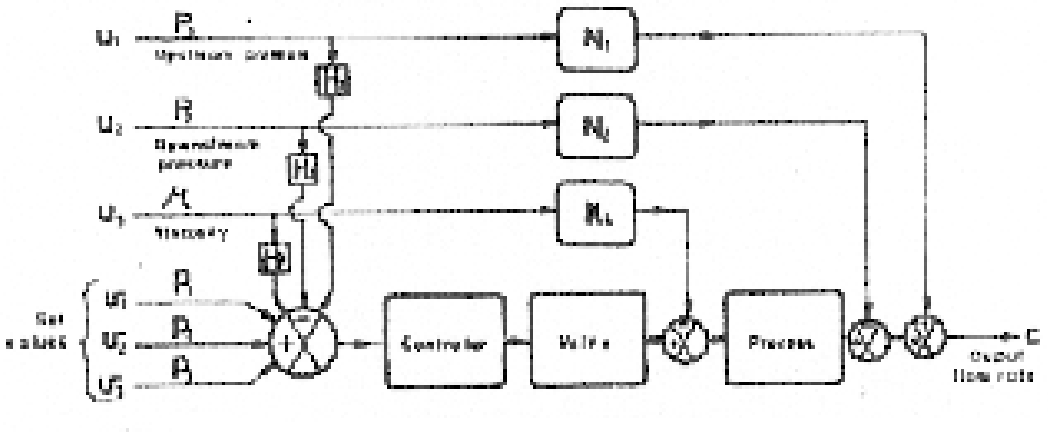


شكل ٩,٢ د

شكل ٩,٢ ترتيبات مختلفة لمخطط القالب الموجود في شكل ٨,٢



شكل ١٠,٢ مخطط فيزيائي لنظام تحكم تغذية أمامية عديد المتغيرات لعملية تدفق المائع

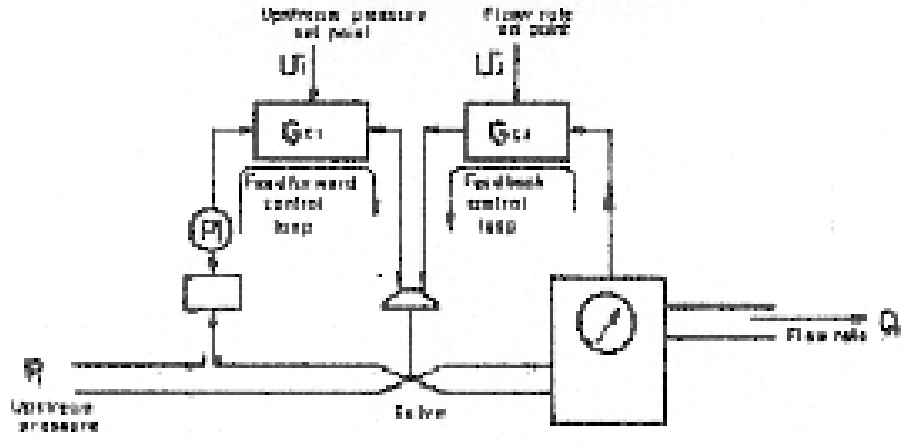


شكل ١١,٢ مخطط القالب للمخطط الفيزيائي الموضح في شكل ٦,٢ والذي يمثل تحكم تغذية أمامية لمتغيرات عديدة . يتأثر المتغير المتحكم فيه بعدد من متغيرات الحمل مثل P_1 , P_2 , u .

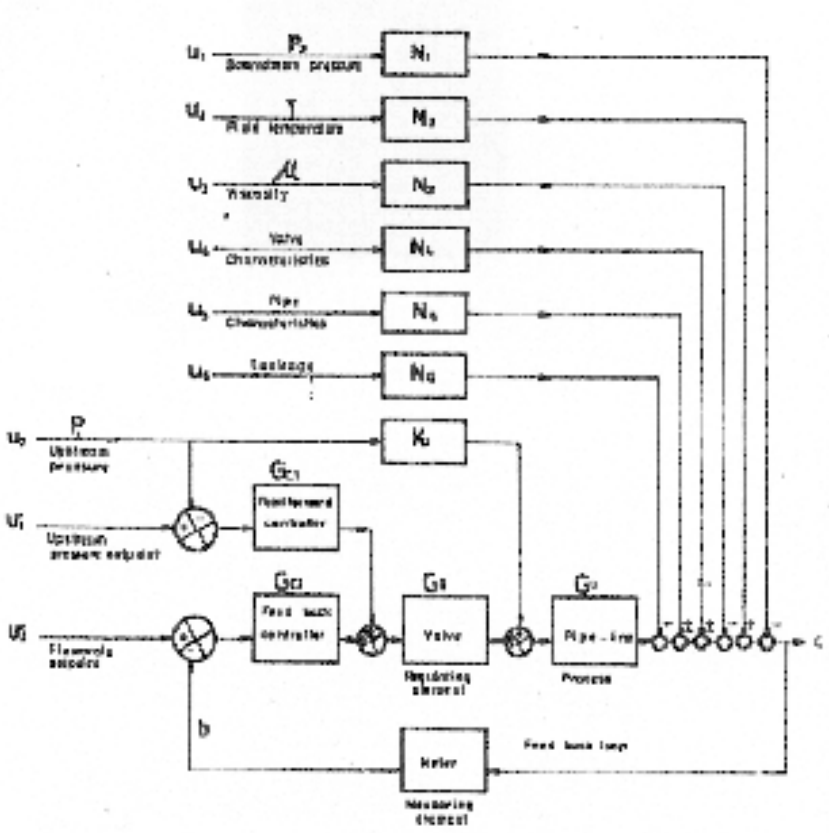
ج.

إن أفضل نوع من أنواع التحكم الآلي والذي يعطي تحكماً سريعاً وجيداً بتكلفة معقولة سيكون اشتراكاً بين نظامي التغذية الخلفية والتغذية الأمامية . وسيستخدم نظام التغذية الأمامية للتحكم في المصدر الأساسي للتداخل بينما يقوم نظام التغذية الخلفية بتصحيح أي خطأ.

إذا اعتبرنا أن ضغط المائع الداخل هو المصدر الأساسي للتداخل فإن المخطط الفيزيائي ومخطط القالب للمنظوم الذي يستخدم تحكم التغذية الأمامية والتغذية الخلفية موضح في الأشكال ١٢,٢ و ١٣,٢ على التوالي.



شكل ١٢,٢ المخطط الفيزيائي لتحكم التغذية الأمامية والتغذية الخلفية لعملية تدفق المائع



شكل ١٣,٢ مخطط القالب لنظام تحكم التغذية الأمامية والتغذية الخلفية لتدفق المائع

التحكم الآلي في التصنيع الغذائي- عملي

التحكم الآلي في تركيز محلول ملحي صهريج

مقدمة الوحدة

اسم الوحدة: التحكم الآلي في تركيز محلول ملحي.

الجدارة: التعرف ميكانيكية التحكم الآلي في تركيز محلول ملحي ونظم تحكم التغذية الأمامية والتغذية الخلفية التي يمكن استخدامها.

الأهداف:

١. التعرف على ميكانيكية التحكم في تركيز مادة غذائية
٢. التعرف على استخدام تحكم التغذية الخلفية وتحكم التغذية الأمامية لمنظوم
٣. التدريب على رسم مخطط القالب لكليهما

.

مستوى الأداء المطلوب: ن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪

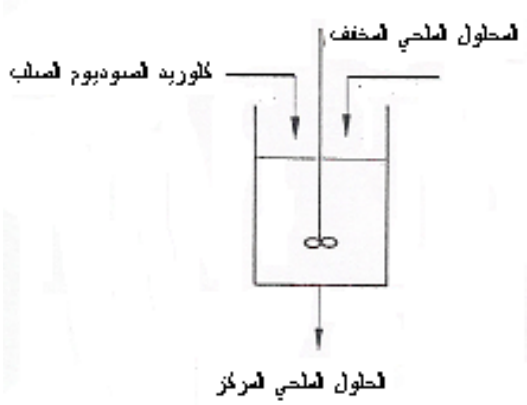
الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة: ٢ ساعات.

الوسائل المساعدة: قاعه دراسية مهيأة لتوزيع المتدربين على شكل مجموعات لمناقشة المخططات والرسومات المختلفة

مطالب الجدارة: أن يكون لدى المتدرب القدرة على التفاعل مع الموضوعات الموجودة في هذه الوحدة.

التدريب العملي

يوضح الشكل ١,٣ جهاز للمحافظة على تركيز محلول ملحي داخل صهريج . ناقش ميكانيكية التحكم المستخدمة للمحافظة على تركيز المحلول الملحي داخل الصهريج باستخدام تحكم التغذية الأمامية والتغذية الخلفية مع رسم المخطط الفيزيائي ومخطط القالب لكليهما .



شكل ١,٣ جهاز تركيز المحلول الملحي

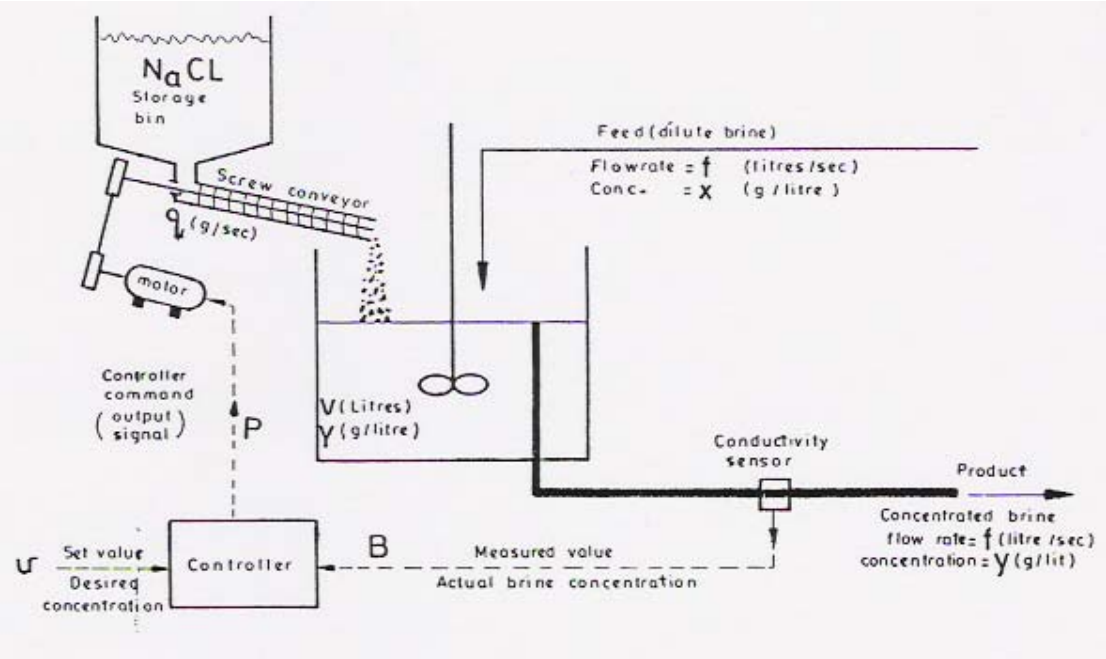
الحل

وصف الجهاز والتشغيل :

يستخدم ناقل للمادة الصلبة إلى جهاز تركيز المحلول الملحي الآلي مع محركه الكهربائي كما موضح في الشكل ٢,٣ .

يتصل المحرك خلال عنصر تحكم مع جهاز قياس التركيز . كلما انخفض تركيز المحلول الملحي الناتج عن قيمة محددة يتحرك المحرك بواسطة عنصر التحكم ويضاف مزيد من كلوريد الصوديوم الصلب.

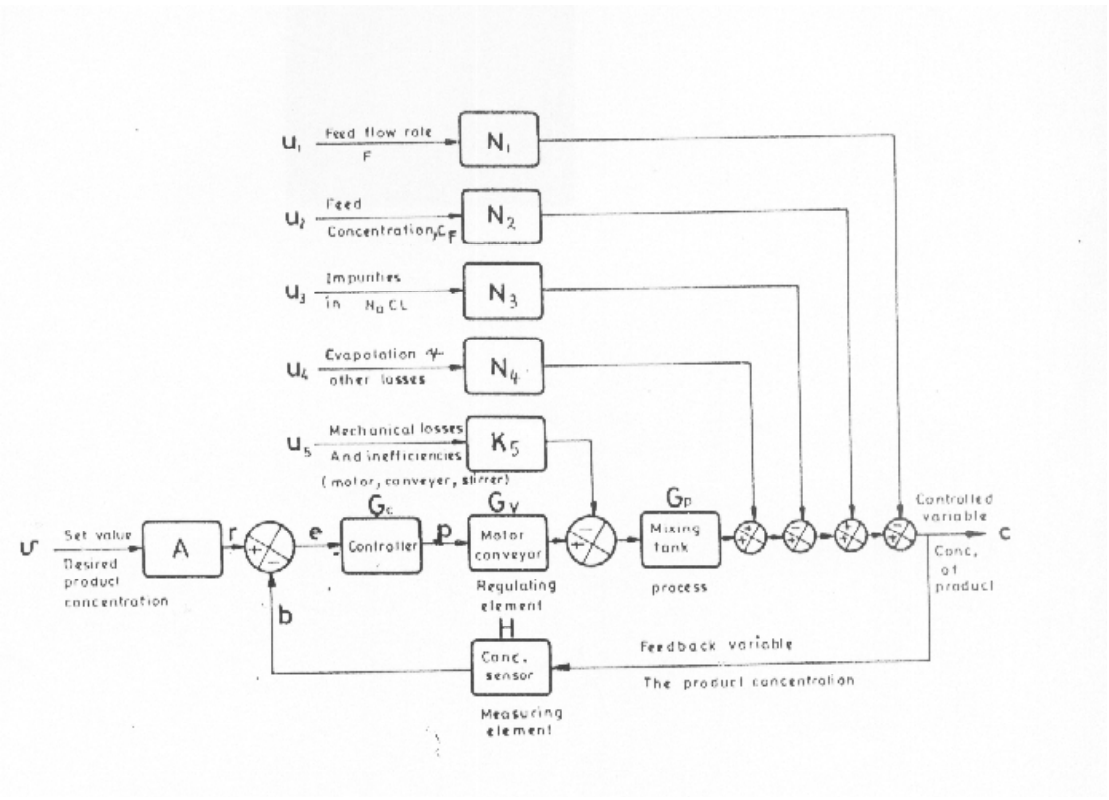
وإذا زاد تركيز المنتج القيمة المرغوبة تقل سرعة المحرك أو يتوقف كلياً.



شكل ٢,٣ المخطط الفيزيائي لجهاز تركيز المحلول الملحي باستخدام التغذية الخلفية.

منظوم التحكم:

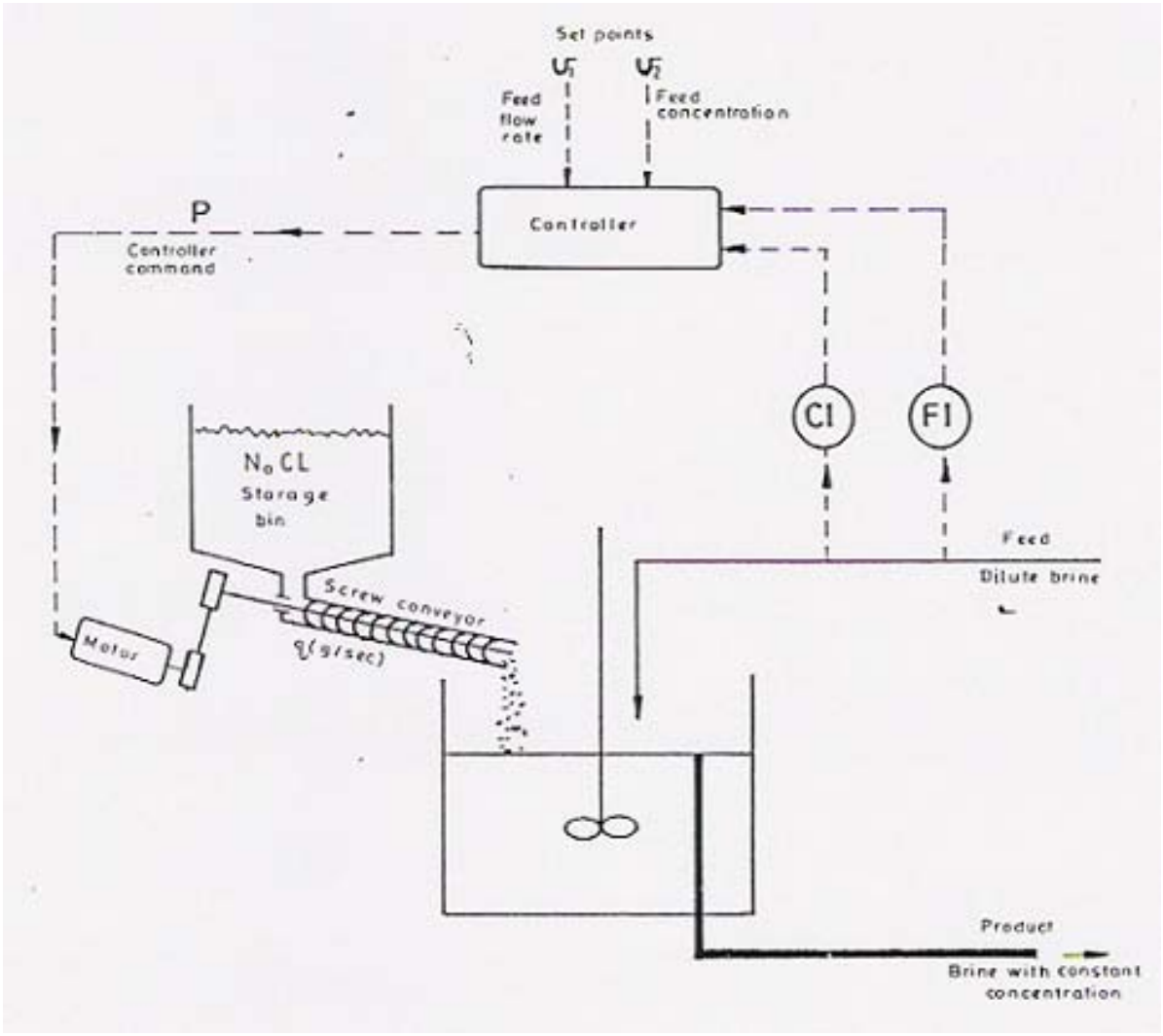
يمكن التحكم في جهاز تركيز المحلول الملحي باستخدام تحكم التغذية الخلفية أو التغذية الأمامية. الشكل ٢,٣ يوضح مخطط فيزيائي لترتيب تحكم تغذية خلفية والشكل ٣,٣ يوضح مخطط القالب لهذا الترتيب.



شكل ٣,٣ مخطط القالب للتحكم في تركيز المحلول الملحي بنظام التغذية الخلفية

U_j هي بعض متغيرات الحمل الممكنة والتي تمثل التداخلات في المنظوم .

في حالة نظام التغذية الأمامية يعتبر معدل تفق المادة الداخلة F وتركيزه C_F المصادر الأساسية للتداخلات . يمكن تصحيح هذه التداخلات بضبط كمية كلوريد الصوديوم الصلب المضاف كما هو موضح في الأشكال ٤,٣ و ٥,٣ أدناه . وفي هذه الحالة نحتاج إلى عنصر تحكم مفرد ويستخدم متغير متلاعب فيه مفرد (كمية الملح المضاف) إحداث التصحيح المطلوب كما هو موضح.

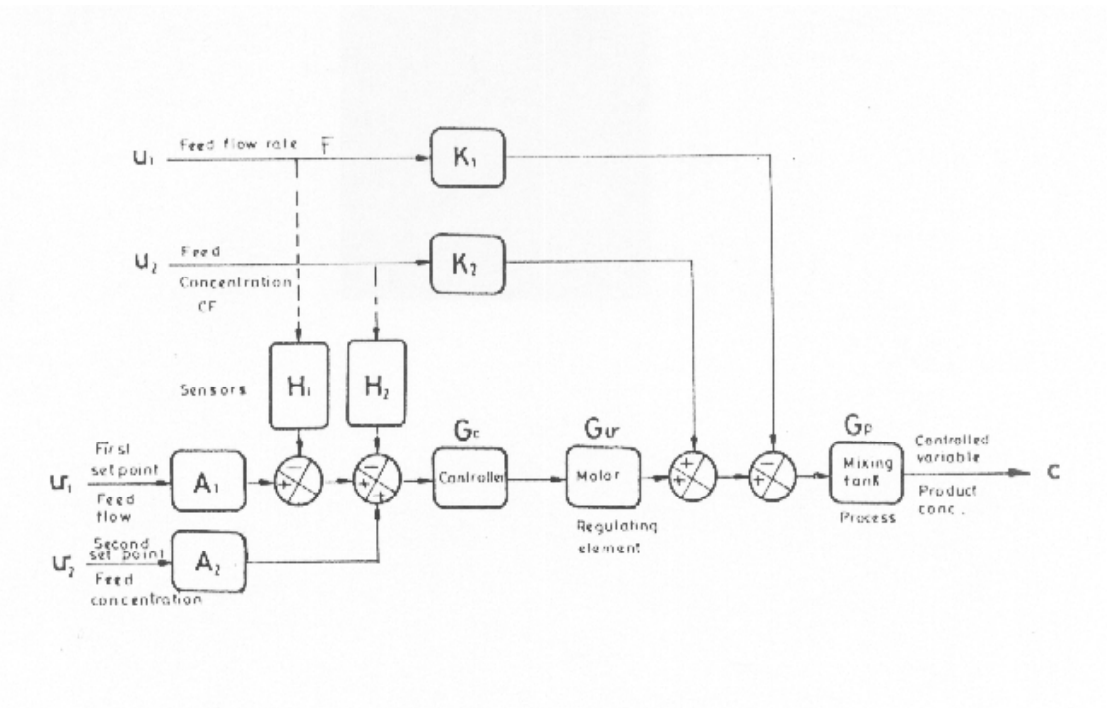


شكل ٤,٣ المخطط الفيزيائي لجهاز تركيز المحلول الملحي باستخدام التغذية الأمامية مع متغير متلاعب فيه مفرد.

..... تمثل الخطوط المنقطة خطوط التحكم.

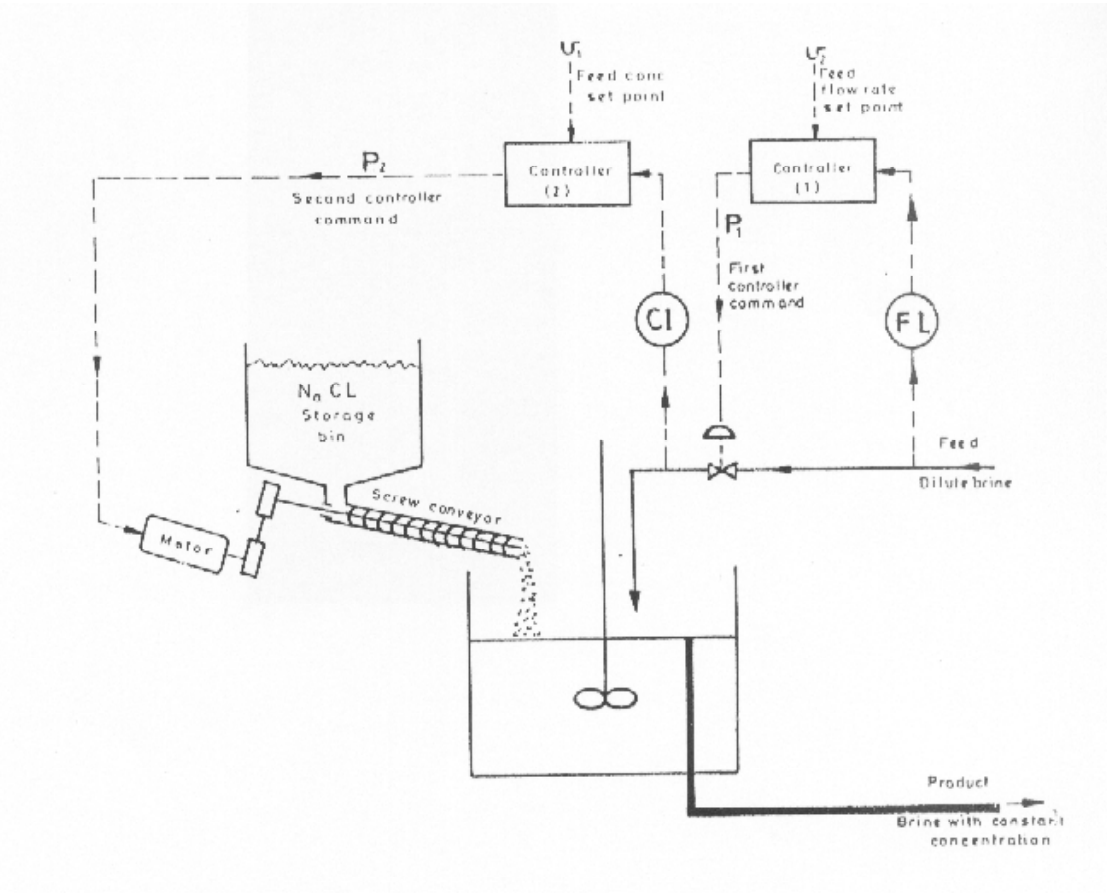
F_1 = عنصر قياس معدل تدفق المادة الداخلة.

C_1 = عنصر قياس تركيز المادة الداخلة.

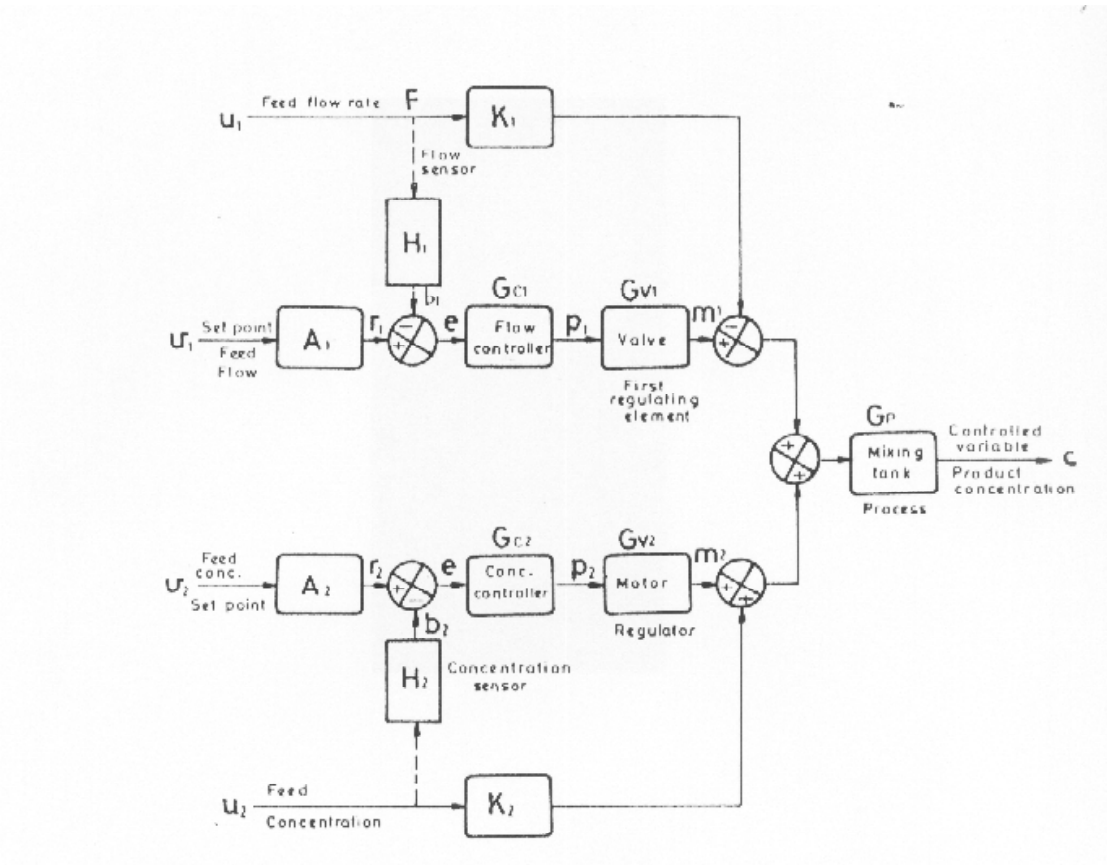


شكل ٥,٣ مخطط القالب لتحكم التغذية الأمامية لجهاز تركيز المحلول الملحي باستخدام عنصر تحكم مفرد.

وكترتيب بديل لتحكم التغذية الأمامية يمكن التحكم في معدل تدفق المادة الداخلة F باستخدام صمام التحكم بينما يتم التحكم في تركيز المادة الداخلة C_F كما سبق باستخدام المحرك والناقل . وفي هذه الحالة يستخدم عنصري تحكم منفصلين كما في شكل ٦,٣. الشكل ٧,٣ يوضح مخطط القالب المناظر لهذا الترتيب لتحكم التغذية الأمامية .



شكل ٦,٣ المخطط الفيزيائي لجهاز تركيز المحلول الملحي باستخدام تحكم التغذية الأمامية مع متغيرين متلاعب بهما.



شكل ٧,٣ مخطط القالب لتحكم التغذية الأمامية لجهاز تركيز المحلول الملحي باستخدام عنصري تحكم

التحكم الآلي في التصنيع الغذائي- عملي

التحكم الآلي في جهاز التنظيف الموضعي

مقدمة الوحدة

اسم الوحدة: التحكم الآلي في جهاز التنظيف الموضعي.

الجدارة: التعرف على نظام التحكم الآلي المستخدم في جهاز التنظيف الموضعي.

الأهداف:

١. التعرف على نظام التحكم المستخدم في جهاز التنظيف الموضعي(مباشر أو عكسي).
٢. التدريب على كيفية اختيار النظام المناسب.
٣. التدرب على كيفية ضبط عرض التناسب عند استخدام التحكم التناسبي.
٤. التدرب على كيفية ضبط القيمة المرغوبة في عنصر التحكم.

.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة: ساعتان.

الوسائل المساعدة: قاعه دراسية مهيأة لتوزيع المتدربين على شكل مجموعات لإعطاء تقديم عن جهاز التنظيف الموضعي وشرح نظام التحكم الآلي المستخدم فيه

مطالب الجدارة: أن يكون لدى المتدرب القدرة على التفاعل مع الموضوعات الموجودة في هذه الوحدة.

يستخدم جهاز التنظيف الموضعي عديد الصهاريج في تنظيف أجهزة التصنيع الأخرى وهي في مكانها ودون الحاجة إلى فكها. وتستخدم لذلك محاليل أحماض عضوية (حمض النيتريك) ومواد قلوية(الصودا الكاوية) بتراكيز معينة وعند درجة حرارة مناسبة.

ويستخدم الماء للشطف الأولي ولشطف القلوي قبل عملية التنظيف بالحامض وفي عملية الشطف النهائي لإزالة أي بقايا للحامض.

يتم التحكم في عدد من المتغيرات في جهاز التنظيف الموضعي :

أولاً: التحكم في تراكيز محاليل التنظيف:

يتم التحكم في تراكيز الحامض والقلوي باستخدام مضخات للحامض والقلوي يمكن برمجتها للتحكم في معدل تدفق الحامض أو القلوي وفي الفترة الزمنية التي تضخ فيها الحامض والقلوي (شكل ١,٤). ويعتبر هذا النوع من التحكم نوع الحلقة المفتوحة.

شكل ١٤ المضخات المستخدمة للتحكم في تراكيز الحامض والقلوي

ثانياً : التحكم في مستوى الماء في صهريج الماء:

يتم التحكم في كمية الماء الموجود في الصهريج باستخدام عوامة وذلك نظراً للكميات الهائلة من الماء المستخدم في عملية التنظيف. فهو يستخدم في عملية الشطف الأولي ثم في عملية شطف القلوي ثم في شطف الحامض وليس هناك إعادة دوران للماء إلى صهريج الماء بل يتم تصريفه إلى المجاري بواسطة صمامات تحكم آلي. تعتبر عملية التحكم في كمية الماء في الصهريج تحكم نوع الفتح القفل وهي نظام

تحكم آلي مبسط حيث يتم فتح صمام دخول الماء عندما يكون مستوى الماء منخفضاً ويقفل الصمام عندما يصل المستوى إلى الحد المطلوب (شكل ٢,٤).

شكل ٢,٤ التحكم في مستوى الماء في صهريج الماء باستخدام عوامة

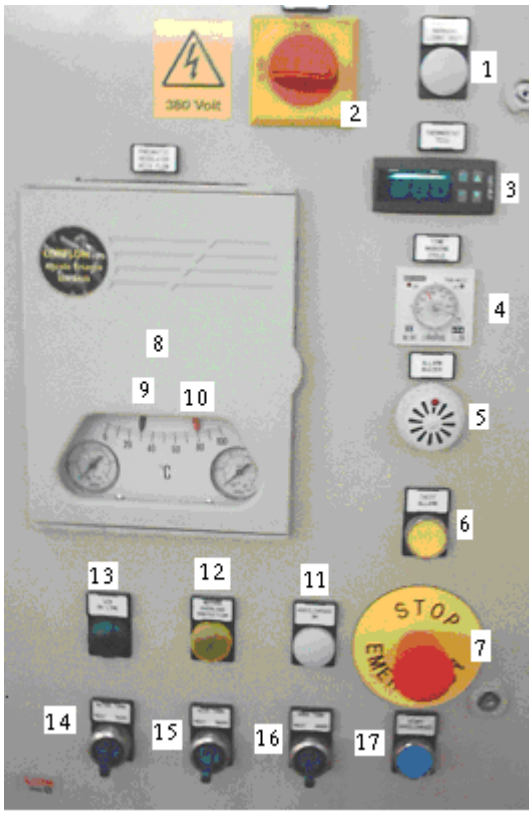
ثالثا: التحكم في درجة الحرارة للمحاليل المستخدمة في التنظيف:

يعتبر اختيار درجة الحرارة المناسبة للمحاليل المستخدمة في التنظيف من العوامل الهامة التي تؤثر على كفاءة التنظيف. ولهذا لا بد من التحكم في درجة حرارة هذه المحاليل. يتم ضخ المحلول بفتح صمام الصهريج الذي يوصل للمضخة وفتح صمام الراجع إلى الصهريج بطريقة آلية في بداية تسخين المحلول. يتم تسخين المحلول في المبادل الحراري نوع الألواح وتقاس درجة الحرارة هذه المحاليل بواسطة المزدوجة الحرارية وترسل إشارة إلى عنصر التحكم الموجود في الجهاز. تقارن الإشارة بالقيمة المرغوبة لدرجة حرارة المحاليل التي يتم ضبطها بواسطة المؤشر وترسل إشارة تتناسب مع حجم الخطأ(الفرق بين القيمة المرغوبة ودرجة الحرارة الفعلية للمحاليل) إلى صمام تنظيم البخار الذي يسخن المحاليل في المبادل الحراري. إذا كانت درجة حرارة المحاليل اقل من درجة الحرارة المرغوبة يتم إعادة دوران المحاليل إلى الصهريج ويعاد تسخينها إلى أن تصل إلى القيمة المرغوبة وعندها يتم فتح الصمام الذي يمرر المحلول إلى الجهاز المراد تنظيفه ويعود المحلول مرة أخرى إلى الصهريج.

يتم في عنصر التحكم استخدام الطريقة العكسية Reverse وليس الطريقة المباشرة Direct وذلك لأنه باختيار الطريقة العكسية فإن الزيادة في إشارة قيمة المتغير المتحكم فيه(درجة حرارة المحاليل

الخارجة من المبادل الحراري) ينتج عنها نقصان في الإشارة الخارجة من عنصر التحكم والداخلة إلى عنصر التنظيم (صمام البخار). لأن صمام البخار من النوع الذي يفتح بالهواء Air-to-open فإن نقصان الإشارة يؤدي إلى قفل تناسبي للصمام وبذلك يقل تدفق البخار إلى المبادل الحراري مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة المحاليل. ويحدث العكس في حالة انخفاض إشارة قيمة المتغير المتحكم فيه.

النظام المستخدم في التحكم في درجة حرارة المحاليل الخارجة من المبادل الحراري هو التحكم التناسبي Proportional Control وهو نظام سهل الضبط ويتم فيه ضبط عرض التناسب PB% فقط ولكن عيب هذا النظام هو وجود الانحراف Offset بين قيمة المتغير المتحكم فيه والقيمة المرغوبة إذا استخدم لوحده. هذا الانحراف لا يؤثر كثيراً على عملية التنظيف باستخدام المحاليل الحارة. الشكل ٣,٤ يوضح لوحة تشغيل الجهاز والشكل ٤,٤ يوضح عنصر التحكم في الجهاز.



شكل ٣,٤ لوحة تشغيل الجهاز

١. إضاءة عند وجود إنذار ٢. مفتاح الكهرباء الرئيسي (1) OFF (0) ON

٣.درجة الحرارة الفعلية للمحاليل الخارجة من المبادل الحراري.

٤. ضبط زمن الغسيل ٥. إنذار ٦. إيقاف الإنذار ٧. إيقاف في حالة الطوارئ

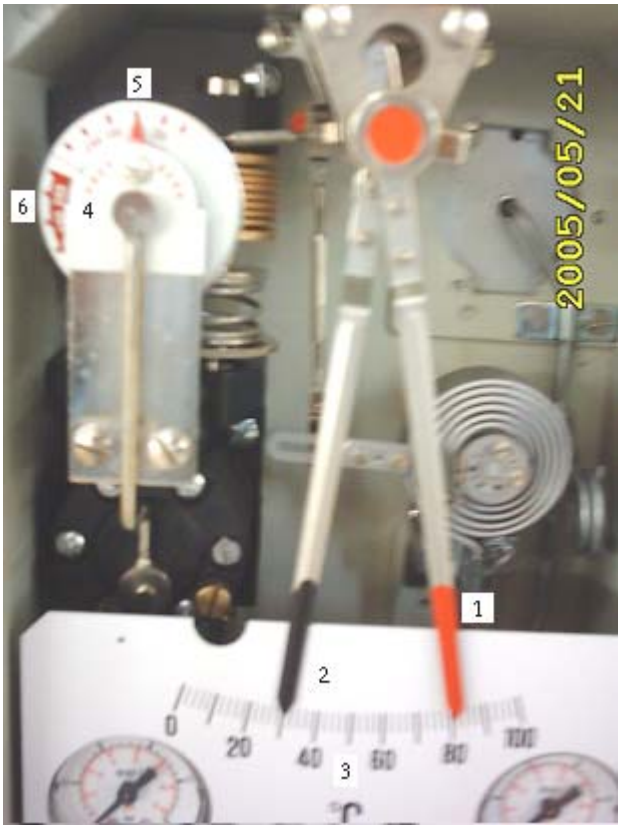
٨. عنصر التحكم الآلي ٩. درجة الحرارة الفعلية.

١٠. القيمة المرغوبة لدرجة الحرارة ١١. إضاءة عند توصيل الأجهزة المساندة .

١٢. حماية المحركات ١٣. إضاءة عند وجود الهواء ١٤. تسخين أو غسيل بالماء.

١٥. تسخين أو غسيل بالحامض ١٦. تسخين أو غسيل بالقلوي

١٧. بدء توصيل الأجهزة المساندة.



شكل ٤,٤ لوحة التحكم في الجهاز

١. مؤشر ضبط القيمة المرغوبة لدرجة الحرارة ٢. مؤشر القيمة الفعلية.

٢. تدريج درجة الحرارة ٤. ضبط عرض التناسب ٥. ضبط نوع التحكم العكسي reverse

٦. ضبط نوع التحكم المباشر direct

التدريب العملي

المواد:

١. مخبار مدرج سعة واحد لتر.
٢. ساعة إيقاف.
٣. جهاز التنظيف الموضعي.
٤. محلول صودا كاوية تركيز 49%.
٥. محلول حامض نيتريك تركيز72%.

التجربة:

١. يتم معايرة مضخات الحامض والقلوي وذلك باستخدام مخبار مدرج سعة لتر واحد وساعة إيقاف لتحديد معدل التدفق.
٢. يتم تحديد الزمن اللازم لإضافة كمية محددة من المحاليل المركزة إلى الماء تخفيف التركيز المطلوب.
٣. يتم ضبط نظام التحكم مباشر أم عكسي في لوحة التحكم.
٤. يتم ضبط عرف التناسب PR% المطلوب في لوحة التحكم.
٥. يتم إدخال القيمة المرغوبة لدرجة حرارة المحاليل الخارجة من المبادل الحراري في لوحة التحكم.
٦. يتم ضبط القيمة الرقمية لدرجة حرارة المحاليل الخارجة عند درجتين أقل من القيمة المرغوبة لإعطاء إنذار عند الوصول لهذه الدرجة لكي يتم البدء في عملية التنظيف.

النتائج:

١. على المتدرب تحديد متغيرات وعناصر حلقة التحكم ونوع التغذية الخلفية المستخدمة في هذا الجهاز.

المتغيرات هي:

أ- المتغير المتحكم فيه هو:.....

ب- المتغير المتلاعب فيه هو:.....

ت- القيمة المرغوبة هي:.....

ث- التداخلات هي:..... و ..... و .....

العناصر هي:

أ- عنصر التحكم هو:.....

ب- عنصر القياس هو:.....

ت- عنصر التنظيم هو:.....

ث- العملية التصنيعية هي:.....

٢. على المتدرب رسم مخطط القالب لحلقة التحكم الآلي نوع التغذية الخلفية المستخدمة في هذا الجهاز.

٣. على المتدرب مناقشة إمكانية استخدام التحكم الآلي نوع التغذية الأمامية للتحكم في هذا النظام ورسم مخطط له

التحكم الآلي في التصنيع الغذائي- عملي

التحكم الآلي في جهاز البسترة

مقدمة الوحدة

اسم الوحدة: التحكم الآلي في جهاز البسترة.

الجدارة: التعرف على أنظمة التحكم الآلي الموجودة في جهاز البسترة.

الأهداف:

١. التعرف على أهمية التحكم الآلي في نظام البسترة المستمرة.
٢. التعرف على الأشياء التي يتم التحكم فيها في جهاز البسترة.
٣. التدريب على كيفية اختيار نظام التحكم المناسب (مباشر أو عكسي).
٤. التدريب على كيفية ضبط مفاتيح التحكم المستخدمة.

.

مستوى الأداء المطلوب: ن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة: ساعتان.

الوسائل المساعدة: قاعه دراسية مهيأة لتوزيع المتدربين على شكل مجموعات لشرح ومناقشة عمليات التحكم الآلي المختلفة الموجودة في جهاز البسترة

مطالب الجدارة: أن يكون لدى المتدرب القدرة على التفاعل مع الموضوعات الموجودة في هذه الوحدة.

البسترة معاملة حرارية عند درجة حرارة أقل من ١٠٠°م بهدف القضاء على كل الكائنات المرضة الموجودة في الغذاء. وهي مثلها مثل كل عمليات التصنيع الحراري إشراك للحرارة مع الزمن. فتتم عملية البسترة عند درجة حرارة معينة ولفترة زمنية معلومة. المثال التقليدي لهذا هو بسترة الحليب عند درجة حرارة ٧٢°م ولفترة 15 ثانية.

من الضروري ألا تزيد أو تقل درجة الحرارة أو الفترة الزمنية عن القيم المحددة لها. فإذا زادت درجة الحرارة أو فترة البسترة يكون هناك إفراط في المعاملة الحرارية مما ينتج عنه تغييرات في القيمة الغذائية أو الحسية للمادة الغذائية. وفي المقابل إذا انخفضت درجة الحرارة أو قل زمن المعاملة يكون هناك نقصان في البسترة وينتج عن ذلك خطر المرض بالكائنات الممرضة. ولهذا يجب التحكم بدقة في درجة الحرارة وفترة البسترة في هذا الجهاز. ويتم ذلك بالتحكم الآلي.

هناك عدد من المتغيرات التي يتم التحكم فيها في جهاز البسترة الموجود في صالة التصنيع بالقسم (شكل ١,٥) .

شكل ١,٥ جهاز البسترة الموجود في صالة التصنيع بالقسم

أولاً : التحكم في فترة البسترة:

يتم التحكم في فترة البسترة من خلال حجز المنتج ، من لحظة خروجه عند درجة حرارة البسترة في قسم التسخين في المبادل الحراري ثم مروره في أنبوب الحجزHolding Tube إلى لحظة دخوله إلى قسم التبريد الأولي ، لفترة البسترة. طول هذا الأنبوب ثابت ولهذا يتم التحكم في فترة البسترة من خلال سرعة تدفق المنتج.

حسب قانون برنولي وإذا اعتبرنا أن شغل المضخة ثابت وأن الاحتكاك في الأنابيب ثابت ، فإن سرعة تدفق المنتج تعتمد على مستوى المنتج في الصهريج. فإذا زاد مستوى المادة في الصهريج زادت سرعة تدفق المنتج وقل زمن البسترة والعكس صحيح. ولهذا يكون التحكم في فترة البسترة من خلال التحكم في مستوى الحليب في الصهريج وذلك بجعله ثابتاً. ويتم هذا من خلال العوامة الموجودة في هذا الصهريج (شكل ٢,٥).

شكل ٢,٥ التحكم في مستوى المادة في الصهريج باستخدام العوامة

ثانياً : التحكم في ضغط المادة المبسترة:

يتم في قسم التبريد الأولي(التنشيط) تبريد أولي للمنتج المبستر بواسطة الماء العادي، أو في أنظمة أخرى يبرد المنتج المبستر بالمنتج الخام البارد. وهناك في الحالتين خطر تلوث المنتج المبستر إذا حدث تسرب في المبادل الحراري بحيث انتقلت المادة غير المبسترة إلى المادة المبسترة أو بانتقال الماء إلى المادة المبسترة . يتم التحكم في عدم حدوث هذا بجعل ضغط المادة مبسترة أثناء مرورها في قسم التنشيط والتبريد أعلى من ضغط المادة غير المبسترة أو الماء . وبذلك إذا كان هناك تسرب ، تتسرب المادة المبسترة إلى غير المبسترة

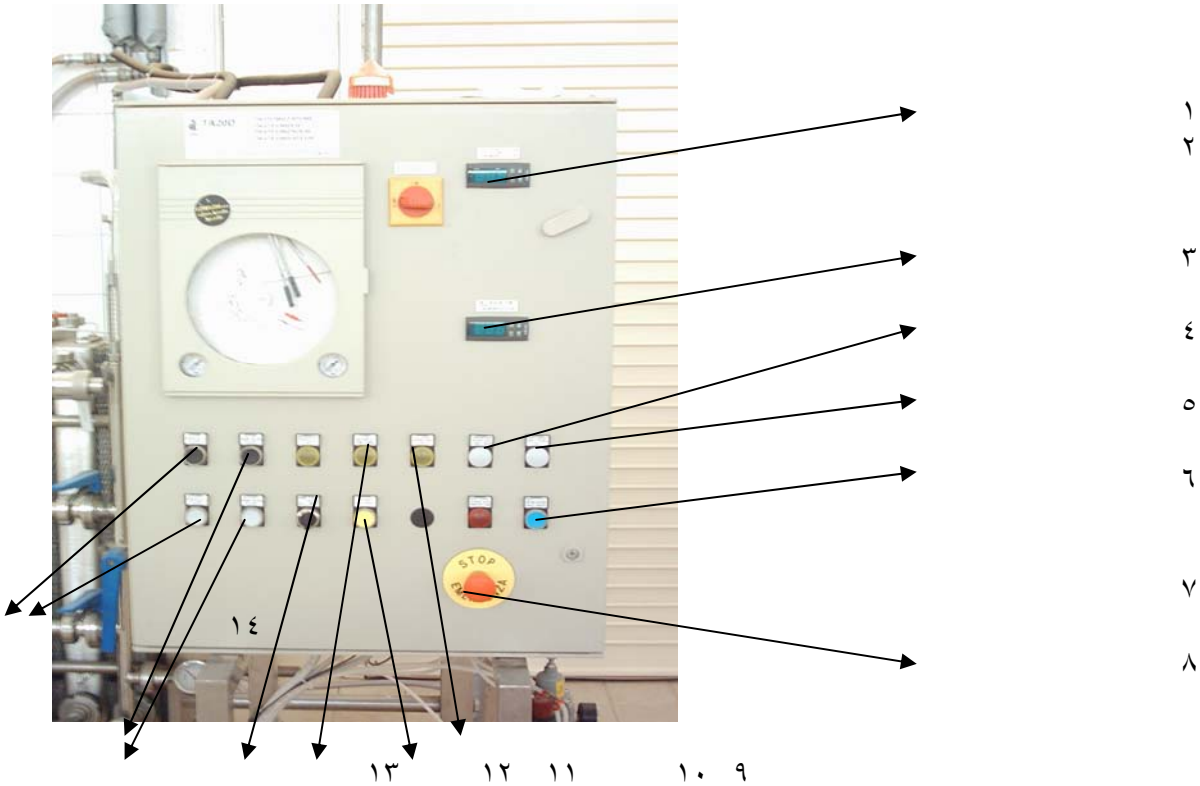
أو إلى الماء وليس العكس ولا تتلوث المادة المبسترة. ويتم التحكم في هذا باستخدام مضخة booster pump ترفع من ضغط المادة المبسترة (شكل ٣,٥) من حوالي ٢ بار إلى حوالي ٤ بار.

شكل ٣,٥ مضخة رفع ضغط المادة المبسترة في جهاز البسترة الإنتاجي في صالة الألبان بالقسم

ثالثاً : التحكم في درجة حرارة البسترة:

يستخدم نظام تحكم التغذية الخلفية في درجة حرارة البسترة حيث يتم قياس درجة حرارة المنتج الخارج عن قسم التسخين في المبادل الحراري نوع الألواح بواسطة مزدوجة حرارية (شكل ٤,٥) ويتم إرسال إشارة تتناسب مع درجة الحرارة بالملي فولت. تصل الإشارة إلى عنصر التحكم ويتم تحويلها إلى إشارة هوائية بواسطة محول للطاقة حتى يمكن مقارنتها بواسطة المقارن الموجود في عنصر التحكم مع القيمة المرغوبة لدرجة حرارة البسترة . ويتم إدخال القيمة المرغوبة لدرجة حرارة البسترة في عنصر التحكم وذلك بضبط المؤشر وبتحريكه على خريطة قيمة درجة حرارة البسترة المرغوبة (شكل ٥,٥). ويتم تحويل هذه الحركة الميكانيكية بواسطة محول للطاقة إلى إشارة هوائية. وبذلك يمكن مقارنة الإشارتين لأن طبيعتهما أصبحت متشابهين . والفرق بين الإشارتين هو الخطأ. تدخل إشارة الخطأ الخارجة من المقارن إلى عنصر التحكم. باستخدام تحكم تناسبي + تكاملي في تحديد الإشارة الخارجة من عنصر التحكم إلى عنصر التنظيم وهو صمام البخار الذي يقوم بتسخين الماء الذي يسخن المادة في قسم التسخين في المبادل الحراري إلى درجة حرارة البسترة.

شكل ٤,٥ المزدوجة الحرارية لقياس درجة حرارة الحليب الخارج من قسم التسخين في المبادل الحراري



١) القيمة المرغوبة لدرجة حرارة البسترة (تضبط درجتين أقل من المرغوبة لتشغيل جهاز الإنذار)
٢) مفتاح الكهرباء على الجهاز (2) OFF (1) ON
٣) درجة حرارة المادة المبسترة الخارجة من الجهاز.
٤)إضاءة عند وجود إنذار.
٥) إضاءة بوجود الأجهزة المساندة.
٦) توصيل الأجهزة المساندة.
٧)إضاءة عند إفراط حمل الحركات.
٨) مفتاح إيقاف في حالة الطوارئ.
٩)إضاءة الإنذار.
١٠) إغلاق جرس الإنذار.
١١) إضاءة عند انخفاض درجة حرارة البسترة.
١٢)التحكم بتدوير الحليب (يدوي آلي).
١٣) تشغيل وإغلاق مضخة الماء الحار.
١٤)تشغيل وإغلاق مضخة الحليب.

شكل ٥,٥ لوحة التحكم في جهاز البسترة وتشمل مفاتيح التشغيل وعنصر التحكم

يستخدم نظام التحكم العكسي Reverse حيث انه إذا زادت قيمة درجة حرارة البسترة عن القيمة المرغوبة تقل الإشارة الخارجة من عنصر التحكم مما ينتج عنه قفل تدريجي للبخار لكي تنخفض درجة الحرارة والعكس صحيح. كذلك يستخدم التحكم الآلي (التناسبي + التكاملي) ولهذا يجب ضبط التحكم باستخدام مفتاحين للضبط (شكل ٦,٥). أولاً يتم ضبط عرض التناسب ويتم أيضاً ضبط زمن التكامل. وقد استخدم التحكم التكاملي مع التناسبي لأن التحكم التكاملي يقوم بإلغاء أي انحراف موجود باستخدام التحكم التناسبي فقط. وهذا مهم لأن الوصول إلى درجة حرارة البسترة مهم جداً ويجب ألا تقل قيمة المتغير المتحكم فيه عن القيمة المرغوبة وإلا انعكس ذلك سلباً على عملية البسترة.

شكل ٦,٥ ضبط مفاتيح التحكم في عنصر التحكم الموجود في جهاز البسترة.

التدريب العملي

النتائج:

١. على المتدرب تحديد الأشياء الهامة التي تحتاج إلى تحكم في جهاز البسترة وذكر كيفية التحكم فيها.
٢. على المتدرب تحديد متغيرات وعناصر حلقة التحكم نوع التغذية الحلقية المستخدمة في هذا الجهاز.

المتغيرات هي:

أ- المتغير المتحكم فيه هو:.....
ب- المتغير المتلاعب فيه هو:.....
ت- القيمة المرغوبة هي:.....
ث- التداخلات هي:..... و ..... و.....

العناصر هي:

١. عنصر التحكم هو:.....
٢. عنصر القياس هو:.....
٣. عنصر التنظيم هو:.....
٤. العملية التصنيعية هي:.....

٣. على المتدرب رسم مخطط القالب لحلقة التحكم الآلي نوع التغذية الخلفية المستخدمة في هذا الجهاز.
٤. على المتدرب مناقشة إمكانية استخدام تحكم التغذية الأمامية في جهاز البسترة وكيف يتم ذلك؟

التحكم الآلي في التصنيع الغذائي- عملي

التحكم في المستوى

مقدمة الوحدة

اسم الوحدة: التحكم الآلي في المستوى.

الجدارة: التعرف على أنظمة مختلفة للتحكم الآلي في المستوى.

الأهداف:

١. التعرف على أهمية التحكم في المستوى.
٢. التعرف على ميكانيكية التحكم الآلي في المستوى.
٣. التدريب على تحديد متغيرات وعناصر حلقة التحكم الآلي نوع التغذية الخلفية لأنظمة التحكم الآلي في المستوى.
٤. التدريب على التحكم في المستوى باستخدام PID.
٥. التدريب على كيفية ضبط مفاتيح التحكم (التناسبي + التكاملي + التفاضلي).

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة: ١٠ ساعات.

الوسائل المساعدة: قاعه دراسية مهيأة لتوزيع المتدربين على شكل مجموعات لتحليل مخططات النظم المختلفة الواردة في هذه الوحدة.

مطالب الجدارة: أن يكون لدى المتدرب القدرة على التفاعل مع الموضوعات الموجودة في هذه الوحدة.

الدرس العملي الأول

منظم عوامة مستوى الماء في غلاية البخار

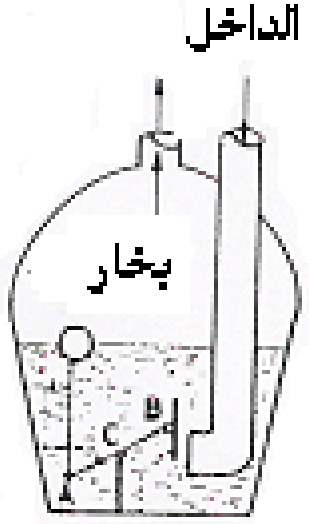
Water level float regulator in steam boiler

من المهم جداً عدم تشغيل الغلاية عندما تكون أسطح التسخين غير مغطاة بالماء . فربما يؤدى هذا إلى انفجار في حالة غلايات أنابيب الاحتراق وربما يؤدى إلى تدمير كبير في حالة غلايات أنابيب الماء . وإذا كان مستوى الماء عالياً فقد يدخل الماء إلى نظام توزيع البخار. ولهذا يوجد دائماً نظام للتحكم في مستوى الماء في غلايات البخار مهما كان نوعها و يهدف هذا الدرس إلى ما يلي:.

١. التعرف على أهمية التحكم في مستوى الماء في غلايات البخار
٢. التعرف على ميكانيكية التحكم الآلي في مستوى الماء في غلاية البخار من خلال نظام ميكانيكي مبسط.
٣. التدريب على تحديد متغيرات وعناصر حلقة التحكم الآلي نوع التغذية الخلفية لهذا المنظوم
٤. التدريب على رسم مخطط القالب لهذا المنظوم.

التدريب العملي

الشكل ١,٦يوضح منظم عوامة مستوى الماء في غلاية البخار وذلك للتحكم في مستوى الماء داخل الغلاية . ناقش كيف تعمل ميكانيكية التحكم وحدد المتغير المتلاعب فيه ومتغيرات الأحمال الممكنة وعنصر القياس وعنصر التحكم وعنصر التحريك . ثم أرسم مخطط القالب لنظام التحكم.



شكل ١,٦ منظم مستوى الماء

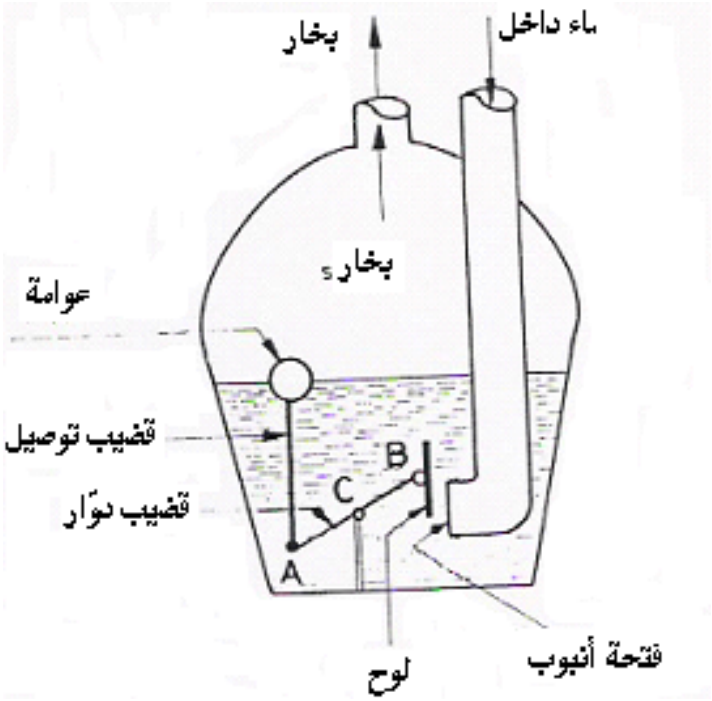
الحل :

يجب على المدرب إشراك وتمرين المتدربين الوصول إلى هذا الحل وذلك من خلال المناقشة لكل خطوة من خطوات الحل.

الهدف هو المحافظة على مستوى الماء في غلاية البخار عند قيمة محددة مسبقاً يتم ضبطها ميكانيكياً.
يمكن ضبط هذه القيمة ميكانيكياً وذلك بضبط طول القضيب الرأسي الذي يربط العوامة مع القضيب الدوار عندما يكون الصمام مغلقاً. وجود كمية محددة من الماء في الغلاية ، في كل الأوقات ، يحمى الغلاية من أن تكون فارغة وتحترق نتيجة لذلك أو تدمر.
يبقي مستوى الماء في الغلاية ثابتاً إذا كان :
كمية الماء التي تتدفق إلى داخل الغلاية مساوية لكمية الماء التي تغادر الغلاية في صورة بخار.

العملية operation :

الشكل ٢,٦ يوضح المخطط الفيزيائي لمنظم مستوى الماء لغلاية البخار .



شكل ٢,٦ تحكم التغذية الخلفية لمنظم مستوى الماء في غلاية البخار

تفوق كمية الماء التي تغادر الغلاية في صورة بخار كمية الماء الداخلة للغلاية ولذلك ينخفض مستوى الماء داخل الغلاية مما يجعل العوامة تسقط لأسفل ونتيجة لذلك يدور الذراع (القضيب الدوار AB) حول محور الارتكاز C مما يحرك القرص بعيداً عن أنبوب التغذية وبذلك يفتح صمام الدخول.يتدفق الماء إلى داخل الغلاية وترتفع العوامة مرة أخرى إلى المستوى المرغوب. ولهذا إذا كان هناك أي انخفاض في مستوى الماء (انحراف أو خطأ) يحدث إجراء تصحيحي من خلال دوران القضيب AB والذي يفتح صمام الدخول ويسمح بدخول كمية أكثر من الماء حتى يرجع مستوى الماء إلى القيمة المرغوبة .

عملية التحكم الآلي process control :

يتكون منظوم التحكم من العناصر التالية :

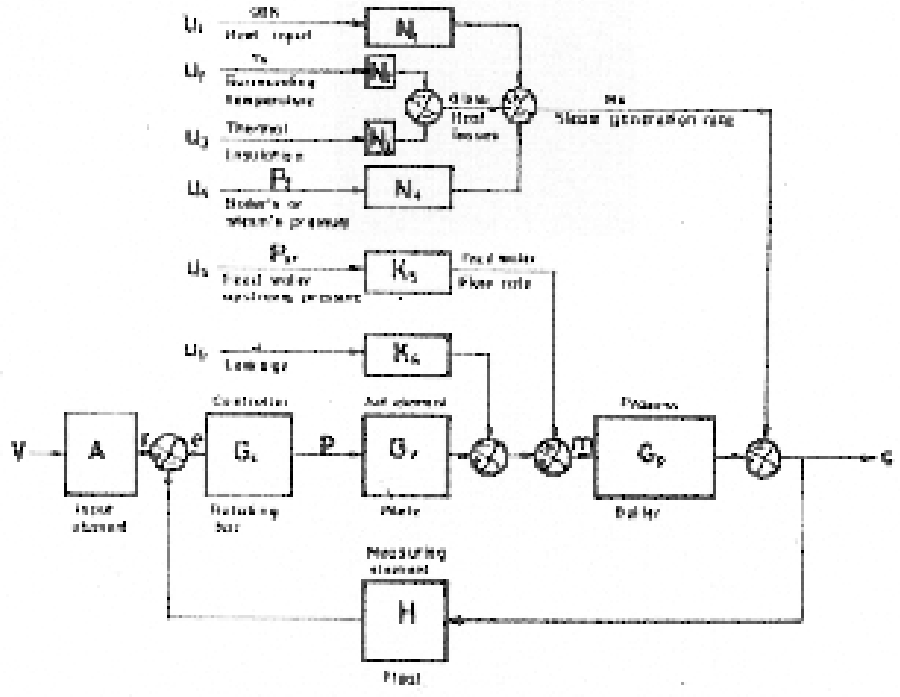
١. العملية التصنيعية : غلاية البخار نفسها

٢. عنصر القياس : العوامة

٣. عنصر التحريك : صمام الإدخال والذي يتكون من لوح وفتحة أنبوب الإدخال

٤. عنصر التحكم : القضيب الدوار AB الذي يربط العوامة (عنصر القياس) مع اللوح (عنصر التنظيم).

الشكل ٣,٦ يوضح مخطط القالب لهذا المنظوم مع متغيرات الحمل المختلفة.



شكل .٣,٦ مخطط القالب لتحكم التغذية الخلفية لمستوى الماء في غلاية البخار

متغيرات المنظوم :

v = القيمة المرغوبة = مستوى الماء المرغوب.

r = الإدخال القياسي = الضبط الميكانيكي لقضيب العوامة الذي يناظر القيمة المرغوبة.

p = الخارج المتحكم فيه أو أمر عنصر التحكم = موضع اللوح

m = المتغير المتلاعب فيه = كمية الماء التي تتدفق إلى داخل الغلاية أو معدل تدفق الماء إلى الغلاية.

c = المتغير المتحكم فيه = مستوى الماء في الغلاية والذي يشير إلى كمية الماء في الغلاية.

U_j ، متغيرات الحمل أو التداخلات . يشير مخطط القالب إلى ٦ متغيرات وأيضاً يشير إلى التأثير الموجب أو السالب لزيادة أي من هذه المتغيرات على المتغير المتحكم فيه c.

الدرس العملي الثاني

التحكم الآلي في المستوى

الهدف:

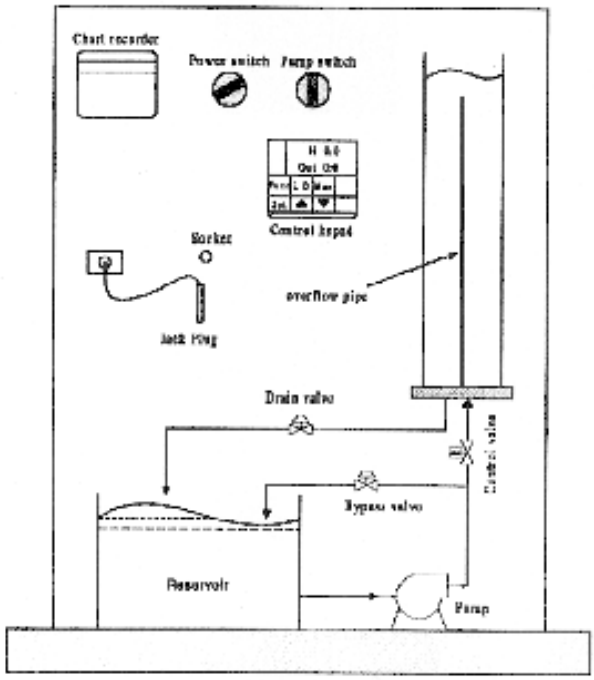
١. تحديد استجابة الحلقة المغلقة في مستوى سائل نتيجة لتغير في القيمة المرغوبة باستخدام عنصر تحكم (تناسبي + تكاملي + تفاضلي(PID))

٢. تحديد استجابة الحلقة المغلقة في مستوى سائل نتيجة لتداخل نوع الخطوة باستخدام عنصر تحكم (تناسبي + تكاملي + تفاضلي(PID))

التدريب العملي

المواد والطرق:

١. اسطوانة شفافة طولها 60cm وقطرها 4-11cm تموّل بالماء من خزان بواسطة مضخة طرد مركزي (شكل ٤,٦)



شكل ٤,٦ الجهاز المستخدم في التجربة

التحضير للتجربة:

١. صل خط الهواء للمنظم(Regulator) إلى مصدر الهواء. افتح صمام مصدر الهواء لتنشيط ناقل الضغط pressure transmitter.
٢. افتح مفتاح الكهرباء.
٣. اجعل صمام التمرير الجانبي مفتوحاً بالكامل وصمام التصريف مغلقاً بالكامل.
٤. ابدأ تشغيل المضخة.
٥. باستخدام لوحة التحكم ضع التشغيل في MAN أي تشغيل يدوي.
٦. باستخدام مفاتيح الرفع up والخفضdown اضبط الخارج من عنصر التحكم (أي فتحة صمام التحكم) إلى 50%.
٧. اقفل صمام التمرير الجانبي قفلاً كاملاً.
٨. افتح صمام التصريف تدريجياً حتى وصول المستوى في الاسطوانة إلى مرحلة الاتزان.

٩. يكون مستوى الماء عند الاتزان(hss)عادة بين 20-30cm. وسجل هذه القيمة.

خطوات التجربة:

١. اجعل عنصر التحكم في الوضع MAN والخارج من عنصر التحكم عند 50% واضبط:

$$p_B = \frac{100}{k_c} = 100\%$$
$$p_d = 0.2$$
$$T_i = 0.5$$
$$sp = pv = kss$$

٢. باستخدام مفاتيح الرفع والخفض في لوحة التحكم قم بزيارة نقطة الضبط(sp) بكمية محددة(مثلاً12cm).

٣. اضبط نقطة الضبط كانحدار والزمن .5min وقيمة الضبط التكاملية Sp الى Sp+40%.

٤. باستخدام لوحة التحكم حول عنصر التحكم من MAN الى AUTO واضغط على مفتاح RUN/HOLD.

٥. سجل قيم المستوى مع الزمن حتى يصل المستوى لحظة الاتزان.

٦. اضبط عنصر التحكم إلى MAN والخارج من عنصر التحكم إلى 50% وانتظر حتى تصل الظروف مرحلة الاتزان مرة أخرى.

٧. يجعل النظام في حالة الاتزان الابتدائية. أي يكون الخارج من عنصر التحكم 50% حوَل عنصر التحكم إلى AUTO وادخل تغير الخطوة في واحد من الآتي:

- سرعة المضخة.
- فتحة صمام التمرير الجانبي.
- فتحة صمام التصريف.

٨. سجل استجابة المستوى مع الزمن حتى يعود المستوى مرة أخرى إلى حالة الاتزان الابتدائية.

النتائج:

١. استنتج الاستجابة الديناميكية لمستوى السائل في الاسطوانة.

٢. استنتج استجابة الحلقة المغلقة للمنظوم باستخدام عنصر تحكم تناسبي+تكاملي +تفاضلي (PID).

٣. ارسم استجابة المستوى في الحلقة المغلقة مع الزمن باستخدام PID لتغير في نقطة الضبط.
٤. ارسم استجابة المستوى في الحلقة المغلقة مع الزمن باستخدام PID لتداخل نوع الخطوة.

الدرس العملي الثالث

ضبط مفاتيح التحكم في المستوى بواسطة (تحكم تناسبي + تكاملي + تفاضلي(PID))

الهدف:

ضبط مفاتيح (التحكم التناسبي + التكاملي + التفاضلي) وهي kc وTi وTd باستخدام :

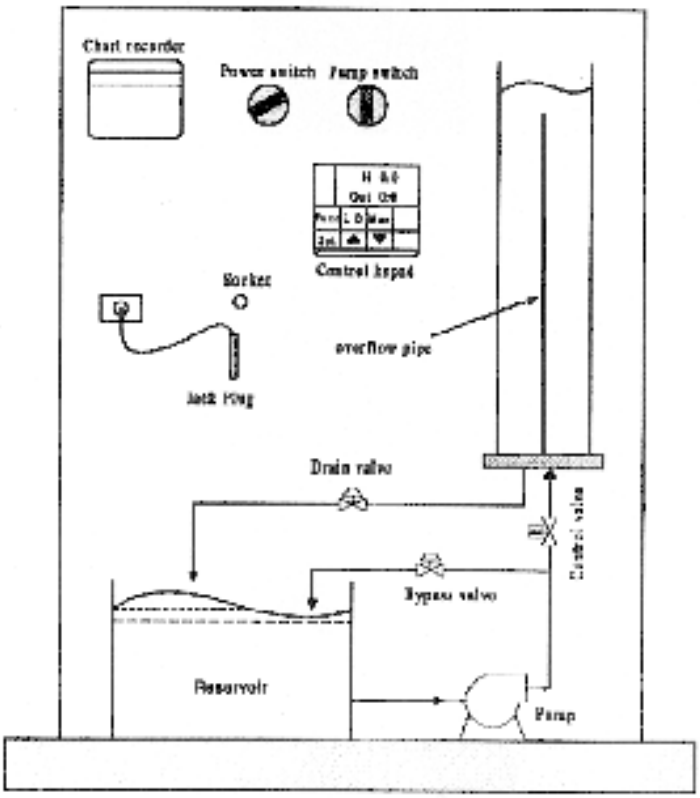
أ) اختبار الحلقة المفتوحة.

ب) اختبار الحلقة المغلقة.

التدريب العملي

المواد والطرق:

المواد: يتكون الجهاز من اسطوانة شفافة طولها60 cm وقطرها11.4 cm تموّل بالماء من صهريج بواسطة مضخة طرد مركزي. يصل الماء إلى الاسطوانة عن طريق صمام تحكم ويخرج الماء من خلال صمام تصريف يدوي يوجد صمام تمرير جانبي(bypass) يدوي لإحداث تداخلات على التدفق (شكل ٥,٦).



شكل ٥,٦ الجهاز المستخدم في التجربة

التحضير للتجربة:

١٠.صل خط الهواء للمنظم(Regulator) إلى مصدر الهواء. افتح صمام مصدر الهواء لتنشيط ناقل الضغط pressure transmitter.

١١.افتح مفتاح الكهرباء.

١٢.اجعل صمام التمرير الجانبي مفتوحاً بالكامل وصمام التصريف مغلقاً بالكامل.

١٣.ابدأ تشغيل المضخة.

١٤.باستخدام لوحة التحكم ضع التشغيل في MAN أي تشغيل يدوي.

١٥.باستخدام مفاتيح الرفع up والخفضdown اضبط الخارج من عنصر التحكم (أي فتحة صمام التحكم) إلى 50%.

١٦.اقفل صمام التمرير الجانبي قفلاً كاملاً.

١٧.افتح صمام التصريف تدريجياً حتى وصول المستوى في الاسطوانة إلى مرحلة الاتزان.

١٨.يكون مستوى الماء عند الاتزان(hss)عادة بين 20-30cm. وسجل هذه القيمة.

خطوات التجربة:

١. اختبار الحلقة المفتوحة:

أ- اجعل عنصر التحكم في الوضعMAN والخارج من عنصر التحكم عند50% .

ب- غير الخارج من عنصر التحكم من 50% إلى 60% .

ت- سجل قيمة المستوى كل 10ثواني حتى يصل المستوى إلى مرحلة الاتزان.

ث- ارجع الخارج من عنصر التحكم إلى50% مرة أخرى وانتظر حتى يصل النظام إلى مرحلة الاتزان.

٢. اختبار الحلقة المغلقة باستخدام التحكم التناسبي P فقط.

أ- باستخدام لوحة التحكم اضبط دالة algorithm function لتكون PD+MR. هذا يجعل عنصر التحكم تناسبي فقط.

ب- بجعل عنصر التحكم فيMAN والخارج من عنصر التحكم عند 50% وباستخدام دالة الضبط tuning function اضبط:

$$p_B = \frac{100}{k_c} = 20\%$$

$$T_d \langle 0.08$$

$$T_i = 0$$

$$Sp = Pv = kss$$

ت- باستخدام مفاتيح الرفع والخفض في لوحة التحكم ارفع قيمة نقطة الضبط إلى30cm.

ث- باستخدام لوحة التحكم غير العملية من يدوي MAN إلى الآلي AUTO .

ج- سجل قيمة المستوى كل 10 ثواني حتى يصل المستوى إلى حالة الاتزان.

ح- اعد عنصر التحكم إلى MAN والخارج من عنصر التحكم عند50% وانتظر حتى يصل المستوى إلى حالة الاتزان مرة أخرى.

خ- كرر الخطوات من أ إلى خ بزيادة قيمة Kc كل مرة أي تقليل PB حتى الوصول إلى تردد في المستوى. وبصورة خاصة استعمل قيمة PB=10% وPB=1% وPB=0-1%.

د- سجل قيمةKc في كل حالة التي تعطي تردد منتظم وارمز لها Kcu.

ملحوظة:

- حاول دائماً أن تستخدم نفس نقطة الضبط في كل مرة.
- للوصول إلى التردد المنتظم عند PB=0.1%. استخدم قيم اصغر عند لحظة وصول العملية إلى نقطة الضبط لأول مرة.

النتائج:

١. استنتج الموديل الديناميكي لمستوى السائل في الاسطوانة.
٢. استنتج استجابة الحلقة المغلقة للنظام باستخدام عنصر التحكم التناسبي.
٣. ارسم استجابة المستوى في الحلقة المفتوحة مع الزمن.
٤. باستخدام منحنى الحلقة المفتوحة احسب ثابت زمن العملية، الزمن الميت، وكسب حالة الاتزان.
٥. الطالب مناقشة إمكانية مناقشة المتدرب استخدام تحكم التغذية الأمامية في جهاز البسترة وكيف يتم ذلك ؟

التحكم الآلي في التصنيع الغذائي- عملي

التحكم في درجة الحرارة

مقدمة الوحدة

اسم الوحدة : التحكم الآلي في درجة الحرارة.

الجدارة: التدريب على تقييم أداء أجهزة قياس درجة الحرارة المختلفة وعلى كيفية التحكم الآلي في درجة الحرارة.

الأهداف:

١. دراسة الأداء الديناميكي لأجهزة مختلفة لقياس درجة حرارة(مثل الثيرموميتر والمزدوجة الحرارية نتيجة لتغير الخطوة)
٢. توضيح طريقة التحكم في درجة الحرارة عن طريق التلاعب في فتح السخان الكهربائي عن طريق مرحلة فتح/قفل On/Off Relay.

.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدرب على الجدارة: ٤ ساعات.

الوسائل المساعدة: قاعه دراسية مهيأة لتوزيع المتدربين على شكل مجموعات لتحليل الأشكال والرسومات البيانية .

مطالب الجدارة: أن يكون لدى المتدرب القدرة على التفاعل مع الموضوعات الموجودة في هذه الوحدة.

الدرس العملي الأول

ديناميكا الحلقة المفتوحة لأجهزة قياس درجة الحرارة

الهدف:

دراسة الأداء الديناميكي لأجهزة مختلفة لقياس درجة حرارة(مثل الثيرموميتر والمزدوجة الحرارية نتيجة لتغير الخطوة)

التدريب العملي

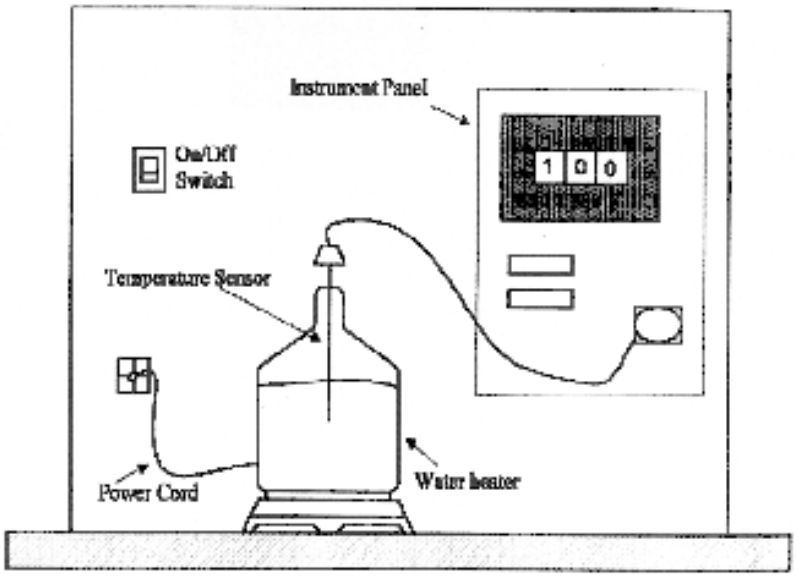
المواد والطرق:

المواد:

١. وعاء يتم فيه وضع ماء للتسخين.
٢. سخان كهربائي.
٣. أجهزة قياس درجة الحرارة مثل:

أ- ثيرموميتر مقاومة البلاتينPlatinum Resistance Thermometer.
ب- ثيرميستر Thermister.
ت- مزدوجة حرارية Thermocouple.
ث- ثيرموميتر زئبقيMercury-in-glass Thermometer.

الشكل ١,٧ يوضح مخطط للجهاز المستخدم في التجربة



شكل ١,٧ مخطط للجهاز المستخدم في التجربة

خطوات التجربة:

١. توصل الأجهزة في التجربة كما موضح في الشكل١,٧ .
٢. أملأ الوعاء بالماء وافتح مفتاح الكهرباء لتسخين الماء بواسطة السخان الكهربائي.
٣. ارفع درجة حرارة الماء لدرجة حرارة مناسبة(عادة اقل من نقطة الغليان).
٤. ادخل احد مقاييس درجة الحرارة وسجل درجة الحرارة لكل5 ثواني.
٥. كرر الخطوات ٣,٤ لقياس درجة الحرارة الأخرى.

ملحوظة:

نظراً لان ديناميكية معظم أجهزة قياس درجة الحرارة سريعة يجب على المتدربين إتباع هذه الطريقة لجمع البيانات:

١. ادخل مقياس درجة الحرارة في الوعاء وسجل درجة الحرارة كل 5 ثوان.
٢. اخرج المقياس وادخله في دورق مليء بالماء عند درجة حرارة الغرفة.
٣. انتظر حتى تصل درجة حرارة المقياس الاتزان(درجة حرارة الغرفة).
٤. ادخل المقياس مرة أخرى في الماء الساخن وسجل درجة الحرارة لكل10ثواني.
٥. كرر الخطوات من٢- ٤ وفي كل دورة يتم زيادة زمن القراءة بخمس ثواني.

٦. يتم إيقاف التجربة عند الوصول إلى الاتزان.

النتائج:

١. ارسم على ورقة رسم بياني قراءات درجة الحرارة مع الزمن لكل مقياس من مقاييس درجة الحرارة.
٢. حدد أي مقياس له ديناميكية أسرع ووضح استنتاجاتك.
٣. ناقش انعكاسات استخدام الأنواع المختلفة لأجهزة قياس درجة الحرارة المستخدمة في هذه التجربة على التحكم الآلي في درجة الحرارة.

الدرس العملي الثاني

نظام التحكم في درجة الحرارة

الهدف:

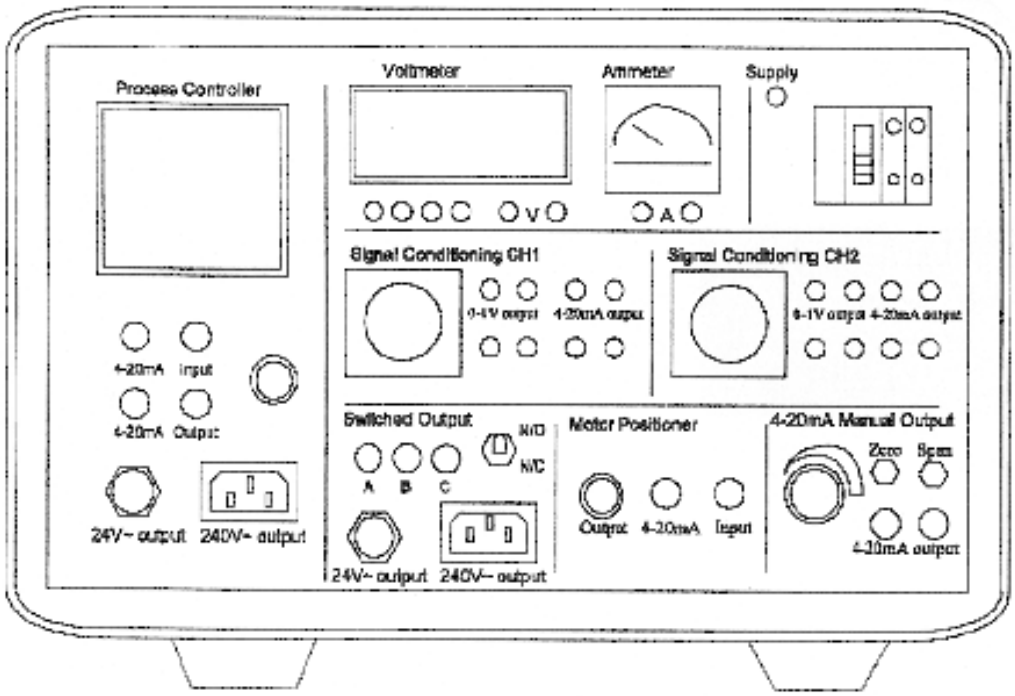
توضيح طريقة التحكم في درجة الحرارة عن طريق التلاعب في فتح السخان الكهربائي عن طريق مرحلة فتح/قفل On/Off Relay.

التدريب العملي

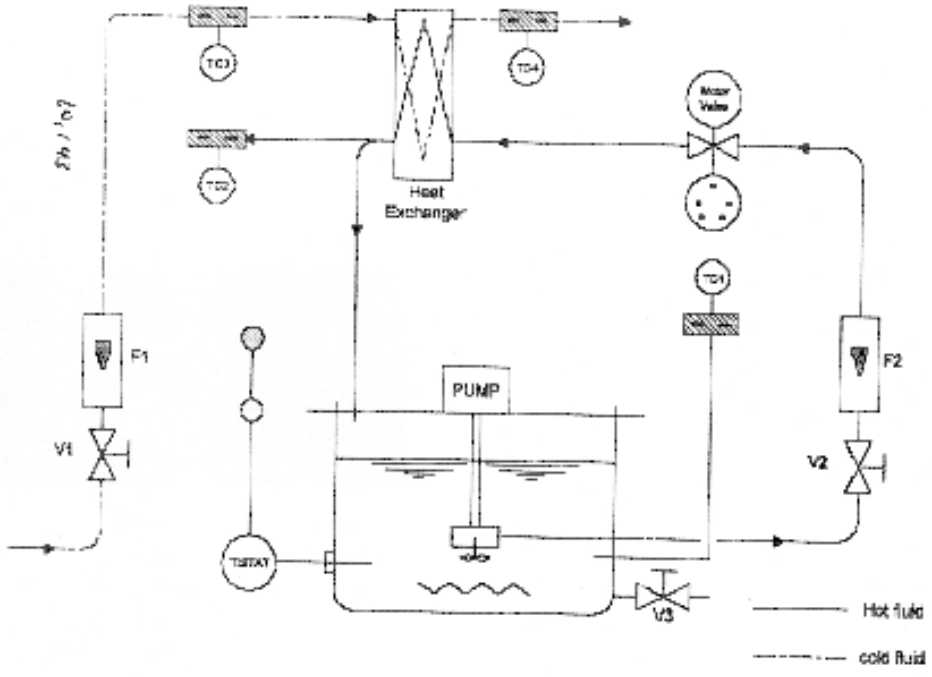
المواد والطرق:

يتكون الجهاز من صهريج يسخن فيه الماء بواسطة لوحة تحكم كهربائية electrical console (شكل ٢,٧) ونظام تحكم في درجة الحرارة(٣,٧). وتتكون العملية من تسخين الماء في الصهريج. ويدور الماء الساخن بين الصهريج ومبادل حراري بواسطة مضخة. يتبادل الماء الحرارة في المبادل الحراري مع الماء البارد. ويمكن ضبط تدفق الماء البارد بواسطة صمام يدوي بينما يمكن ضبط الماء الحار بواسطة الصمام اليدوي الذي يحركه محرك. وتوجد أربع مزدوجات حرارية موضوعة في مناطق مختلفة لقياس درجة حرارة الماء(عند دخول الماء الحار وعند خروجه وعند دخول الماء البارد وعند خروجه). ويمكن أن

يستخدم صمام الماء الحار أو السخان للتحكم في درجة حرارة الماء الحار الداخل ودرجة حرارة الماء البارد الخارج.



شكل ٢,٧ لوحة تحكم كهربائية



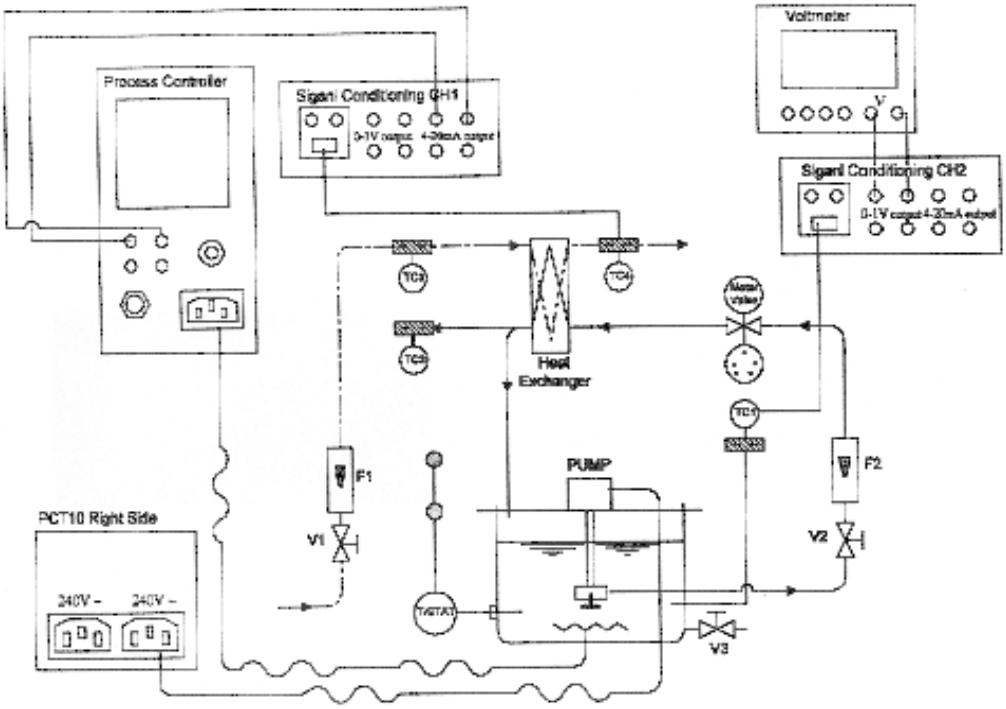
شكل ٣,٧ نظام التحكم في درجة الحرارة

التحضير للتجربة:

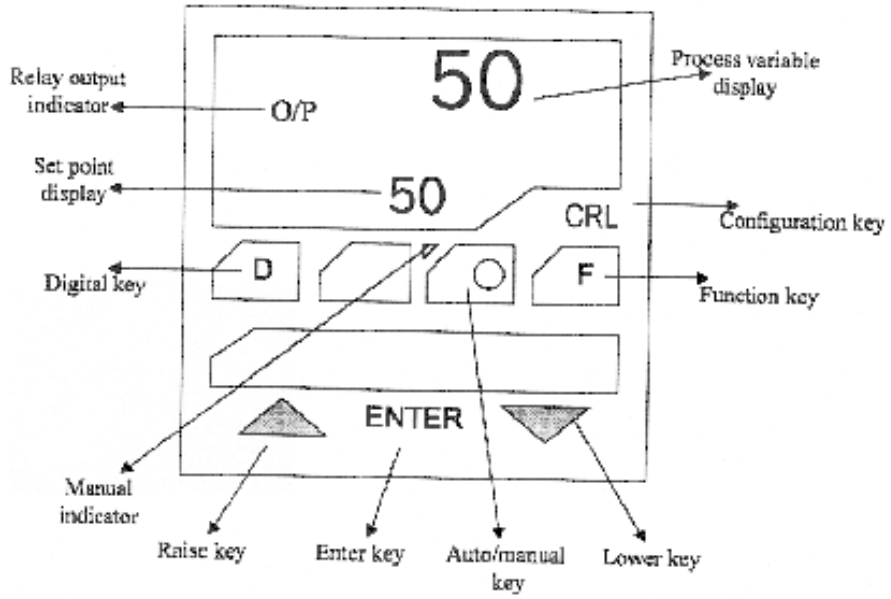
١. أملأ الخزان بحوالي 4 لتر من الماء. واقفل صمام التصريف.
٢. افتح مفتاح الكهرباء الرئيسي.
٣. افتح صمامي الماء الحار والماء البارد.
٤. تأكد من أن صمام الماء الحار مفتوح بالكامل.

خطوات التجربة:

١. اضبط صمام الماء البارد ليعطي معدل تدفق $150cm^3/min$.
٢. اضبط صمام الماء الحار ليعطي معدل تدفق $280cm^3/min$.
٣. صل الجهاز ٢,٧ مع الجهاز ٣,٧ كما موضح في الشكل ٤,٧
٤. سجل درجة الحرارة الابتدائية للماء الحار الخارج ودرجة الحرارة الابتدائية للماء البارد الداخل.
٥. اضبط عنصر التحكم كما موضح في كتيب الشركة كما موضح في لوحة عنصر التحكم (شكل ٥,٧).
٦. شغل السخان وابدأ توقيت الزمن.
٧. سجل درجة حرارة الماء الحار الخارج ودرجة حرارة الماء الداخل مع الزمن حتى تصل درجة حرارة الماء الخارج $40C^0$ وتبدأ بالتردد وانتظر على الأقل 45min للوصول إلى الاتزان.
٨. باستخدام مفاتيح الرفع والخفض في عنصر التحكم اضبط نقطة الضبط عند $45C^0$ وابدأ تشغيل التوقيت.
٩. سجل درجة حرارة الماء الحار الخارج ودرجة حرارة الماء الداخل مع الزمن حتى تصل درجة حرارة الماء الحار الخارج $40C^0$ وتبدأ بالتردد وانتظر على الأقل 45min للوصول إلى الاتزان.
١٠. اضبط نقطة الضبط عند $40C^0$ وانتظر حتى يصل النظام مرة أخرى إلى $40C^0$. قد يأخذ ذلك 30-60 دقيقة.
١١. اضبط نقطة الضبط عند $45C^0$ واعد تشغيل التوقيت.
١٢. سجل قيمة درجة حرارة الماء الخارج ودرجة حرارة الماء الداخل مع الزمن حتى تصل درجة حرارة الماء الخارج $45C^0$. انتظر 45 دقيقة حتى الاتزان.
١٣. سجل البيانات في كل حالة كل 30 ثانية.



شكل ٤,٧ مخطط ترتيب الأجهزة للتجربة



شكل ٥,٧ لوحة عنصر التحكم في جهاز التجربة

النتائج:

١. استنتج الموديل الديناميكي للنظام.
٢. ارسم البيانات على ورقة رسم بياني.
٣. ناقش النتائج التي تحصل عليها.

المراجع

Anderson, N.A., 1980, Instrumentation for process measurement and control, Chilton Co., Penssylvania

المحتويات

المحتوى	رقم الصفحة
مقدمة	٠
مقدمة الوحدة الأولى	١
الوحدة الأولى	
متغيرات حلقة التحكم الآلي	٢
مقدمة الوحدة الثانية	٤
الوحدة الثانية	
التحكم في معدّل التدفق	٥
التحكم في معدّل التدفق باستخدام عوامة	٥
أنواع التحكم الآلي لعملية تدفق مائع خلال أنبوب	١١
مقدمة الوحدة الثالثة	١٩
الوحدة الثالثة	
التحكم الآلي في تركيز محلول ملحي	٢٠
مقدمة الوحدة الرابعة	٢٧
الوحدة الرابعة	
التحكم الآلي في جهاز التنظيف الموضعي	٢٨
التحكم في تراكيز محاليل التنظيف	٢٨
التحكم في مستوى الماء في صهريج الماء	٢٨
التحكم في درجة حرارة محاليل التنظيف	٢٩
مقدمة الوحدة الخامسة	٣٤
الوحدة الخامسة	
التحكم الآلي في جهاز البسترة	٣٥
التحكم في فترة البسترة	٣٦
التحكم في ضغط المادة المبسترة	٣٦

التحكم في درجة حرارة البسترة	٣٧
مقدمة الوحدة السادسة	٤١
الوحدة السادسة	
التحكم في المستوى	٤٢
منظم مستوى الماء في غلاية البخار	٤٢
التحكم الآلي في المستوى بنظام PID	٤٥
ضبط مفاتيح التحكم في المستوى بنظام PID	٤٨
مقدمة الوحدة السابعة	٥١
الوحدة السابعة	
التحكم في درجة الحرارة	٥٢
ديناميكا الحلقة المفتوحة لأجهزة قياس درجة الحرارة	٥٢
نظام للتحكم في درجة الحرارة	٥٤