

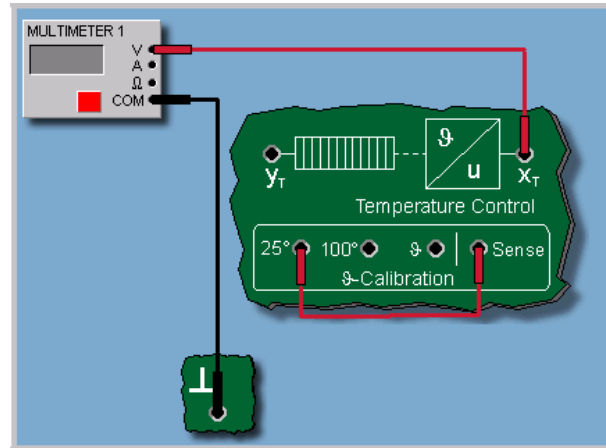
تقنية التحكم الآلي - عملي

التحكم في الدائرة المفتوحة

التجربة الأولى

التحكم في الدائرة المفتوحة Open Loop Control

في هذه التجربة يتم التحكم في درجة حرارة غرفة بطريقة الدائرة المفتوحة باستخدام درجة الحرارة خارج البيت. إذا حدث تشويش (مثلاً فتح نافذة في يوم بارد أو وجود مركز حرارة ثان داخل الغرفة) سوف تخفق وحدة التحكم في تسجيل درجة الحرارة الحقيقية. السخان والغرفة يمثلان النظام المتحكم فيه. يمكننا تسمية السخان بالمشغل. يغذي السخان الغرفة بالحرارة حسب قانون الدورة الحرارية. درجة حرارة الغرفة تمثل خرج الدائرة المفتوحة. دائرة التحكم في درجة الحرارة لنظام COM3LAB مكون من ترانزيستور دارلنغتون Darlington متحكم فيه بواسطة جهد قاعدة توصيل اللوحة (yt) وحساس حراري من نوع (kyt 10) يحول درجة حرارة الترانزستور إلى جهد تماثلي ويمكن معايرة الحساس كما في الشكل ١ ونستخدم لهذا الغرض قاعدة التوصيل $25^\circ = 0$ و $100^\circ = 5$ درجة مئوية. وبذلك يمكن معايرة الحساس بحساب U/v وتحديد مواصفاته تقريباً. لكن، المعايرة الصحيحة للحساس تتم باستخدام الترمومتر.



الشكل ١ : طريقة معايرة الحساس الحراري

وعند ظهور تشويش (Z) في دائرة التحكم المفتوحة (فتح نافذة مثلاً أو إشعال نار داخل الغرفة) لا يسجل الحاكم أية حرارة لأن درجة حرارة الغرفة ذاتها غير معروفة. التشويش يمثل مصدر زيادة في درجة الحرارة داخل الغرفة. وكنتيجة للتشويش نحصل على ارتفاع أو انخفاض في درجة حرارة الغرفة غير مرغوب فيهما.

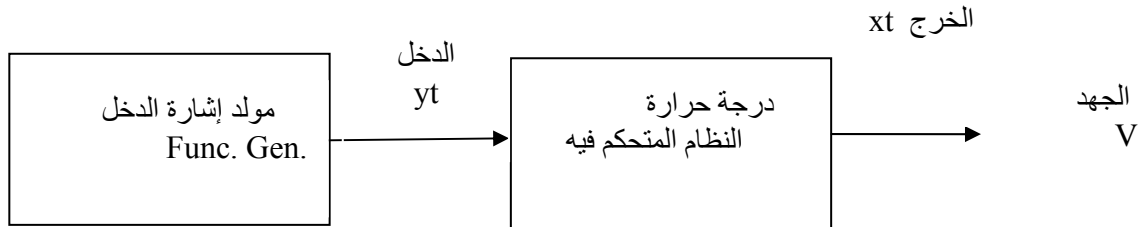
الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على

- ١- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- ٢- طريقة تشغيل الكرت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- ٣- كيفية التحكم في حلقة مفتوحة.
- ٤- كيفية الحصول على دالة التحويل بقسمة الخرج على الدخل.
- ٥- تأثير التشويش على الحلقة المفتوحة ومدى تأثيره.

الأجهزة والمكونات

- ١- مصدر التغذية (Power Supply)
- ٢- الكرت الإلكتروني.
- ٣- مولد إشارة Function Generator
- ٤- وحدة متحكم فيها (Controlled Unit)
- ٥- جهاز قياس الجهد Multimeter

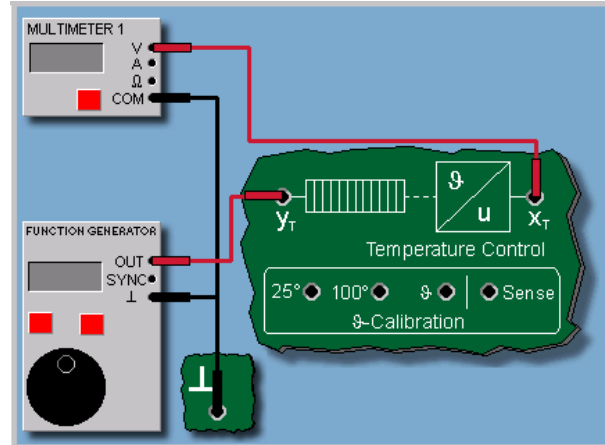


الشكل (١) مخطط الحلقة المفتوحة

خطوات إجراء التجربة

- ١- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح بمواصلة العمل.
- ٢- اضبط قيمة دخل الوحدة المتحكم فيها بواسطة مولد إشارة الدخل عند النقطة Out بعد أن قمت بالمعايرة.
- ٣- قم بتوصيل الأجهزة وفق الشكل ٢.
- ٤- قم بمعايرة جهاز العرض وتأكد من عمل كل الأجهزة.
- ٥- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة

- ٦- قم بتشغيل التجربة وسجل قيمة الجهد التي حصلت عليها عن طريق الملتيميتر Multimeter يجب الاحتفاظ بقيمة الجهد في حالة عدم وجود التشويش $z=0$ لمقارنتها بحالة وجود التشويش $z=5v$



الشكل (٢): توصيل التجربة

تسجيل النتائج

نشغل النظام المتحكم فيه عند درجة حرارة دخل $u = 60^\circ$ ، ثم مثل التشويش بتشغيل المروحة.

$$Z = 0 \text{ V} \rightarrow U = \text{V}$$

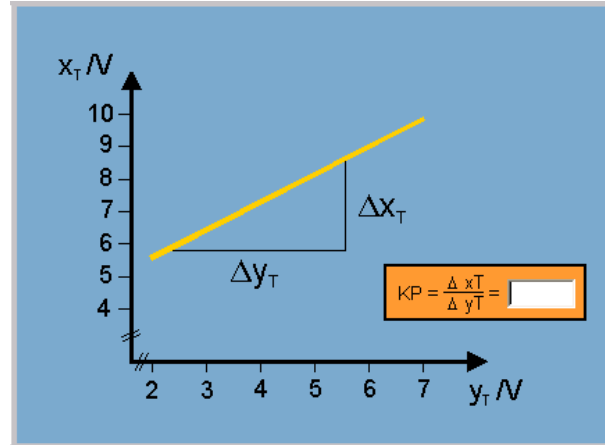
$$Z = 5 \text{ V} \rightarrow U = \text{V}$$

علاقة تغير قيم درجة الحرارة (المحور y) بتغير قيم الجهد (المحور x) هي علاقة خطية.

- استنتج هذه العلاقة الخطية من الجدول التالي وارسم هذه العلاقة.

٥٠	٤٠	٣٥	٣٠	تغير قيمة y
				تغير قيمة x

- ارسم هذه العلاقة. يدوياً ودون ملحوظاتك.
- استخدم راسم Com3Lab لرسم هذه العلاقة.
- هل يمكن تغيير سرعة المروحة ؟ وكيف يتغير الانحراف؟ يزداد أم يتناقص؟



الشكل (٣): حساب الميل

تأكد من الشكل (٣) بأن العلاقة $(\Delta x / \Delta y)$ خطية ويمكن برهنتها كما يلي:

$$m = \frac{\Delta x}{\Delta y}$$

حيث إن:

m : تمثل الميل

y_1, y_0 : تمثلان تغير درجة الحرارة

x_1, x_0 : تمثلان الجهد.

نظرياً يصبح الميل:

$$m = \frac{10 - 3}{100 - 25} = \frac{7}{75} = 0.096$$

$$y_1 = 0.096 (60 - 25) + 3 = 6.4V$$

- أسئلة ومناقشة

١- ما تأثير التشويش (تشغيل المروحة) على النظام؟

٢- هل تتأثر الدائرة المفتوحة بالتشويش؟

التجربة الثانية

التحكم في الدائرة المغلقة Closed Loop Control

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على:

- ١- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- ٢- طريقة تشغيل الكرت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- ٣- كيفية التحكم في حلقة مغلقة.
- ٤- تأثير التشويش على الحلقة المغلقة.

الأجهزة والمكونات

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكرت الإلكتروني.
- مولد إشارة (Function Generator)
- وحدة متحكم فيها (Controlled Unit)

خطوات إجراء التجربة

- ١- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح بمواصلة العمل.
- ٢- اضبط قيمة دخل الوحدة المتحكم فيها بواسطة مولد إشارة الدخول عند النقطة Out.
- ٣- قم بتوصيل الأجهزة وفق الشكل (١ - ٢)
- ٤- قم بمعايرة جهاز العرض وتأكد من عمل كل الأجهزة.
- ٥- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة.

$$Z = 5 \text{ V} \rightarrow U = \text{V}$$

علاقة تغير قيم درجة الحرارة (المحور y) بتغير قيم الجهد (المحور x) هي علاقة خطية.

- استنتج هذه العلاقة الخطية من الجدول التالي وارسم هذه العلاقة.

٥٠	٤٠	٣٥	٣٠	y	تغير قيمة
				x	تغير قيمة

- ارسم هذه العلاقة يدوياً وما هي ملحوظاتك؟

- استخدم راسم Com3Lab لرسم هذه العلاقة.

- أسئلة ومناقشة

- ١- ما تأثير التشويش (تشغيل المروحة) على النظام؟
- ٢- هل تتأثر الدائرة المغلقة بالتشويش؟
- ٣- ما الفرق بين الدائرة المفتوحة والمغلقة؟
- ٤- اقترح اسماً آخر للدائرة المغلقة.

التجربة الثالثة

الحاكم التناسبي P- Controller

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

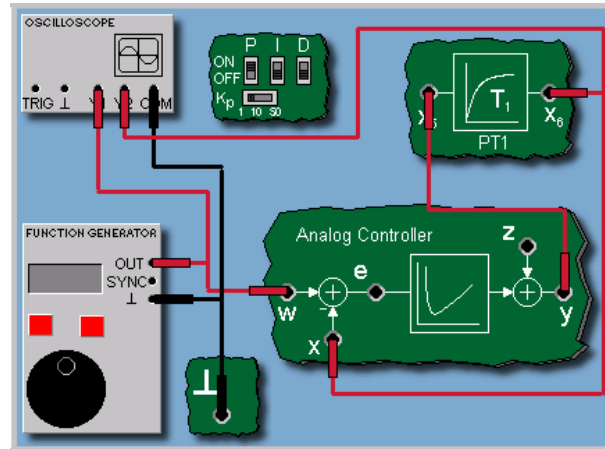
- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- الحاكم التناسبي وتأثيره على نظام من الرتبة الأولى PT_1
- استجابة النظام PT_1 في حالتي إشارة دخل قفزة Step Function وفي حالة إشارة انحدار Ramp Function

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- مولد إشارة Function Generator
- نظام من الرتبة الأولى PT_1
- جهاز راسم ذبذبات Oscilloscope.
- ولوحة تغيير معاملات الحاكمات.

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح بمواصلة العمل.
- اضبط قيمة دخل الوحدة المتحكم فيها بواسطة مولد إشارة الدخول عند النقطة Out بعد أن قمنا بالمعايرة وهي إشارة قفزة.
- قم بتوصيل الأجهزة كما في الشكل .
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيل ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة وسجل إشارتي القناتين Y_1 و Y_2 على راسم الذبذبات.
- سجل ملحوظاتك.



الشكل (٣ - ١): توصيل تجربة الحاكم التناسبي

تسجيل النتائج

- قم بتغيير معامل تكبير الحاكم التناسبي وارسم منحنى استجابة النظام باستخدام جهاز العرض (تعاود هذه المرحلة ٤ مرات باستخدام قيم مختلفة لمعامل الحاكم التناسبي K_p)
- من قيم خرج النظام في حالة الثبوت ومن منحنيات الاستجابة السابقة سجل بالجدول التالي العلاقات بين دخل النظام وخرجه وخطأ حالة الاستقرار والنسبة المئوية للخطأ في حالة الاستقرار بالنسبة لكل معامل الحاكم التناسبي .

معامل الحاكم التناسبي	الدخل (فولت)	الخرج (فولت)	الخطأ (فولت)	النسب المئوية للخطأ
Kp1=1				
Kp2=10				
Kp3=50				
Kp4=100				

- أسئلة ومناقشة

- ما الهدف من وضع الحاكم التناسبي في نظام التحكم ؟

- هل يمكن أن نجعل خطأ النظام في حالة الثبوت يساوي صفراً ؟ لماذا ؟

- عند زيادة قيمة معامل الحاكم التناسبي تظهرذبذبة مخمدة. ما سبب ذلك ؟

- ماذا تستخلص من هذه التجربة ؟

التجربة الرابعة

I- Controller التحكم التكاملي

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

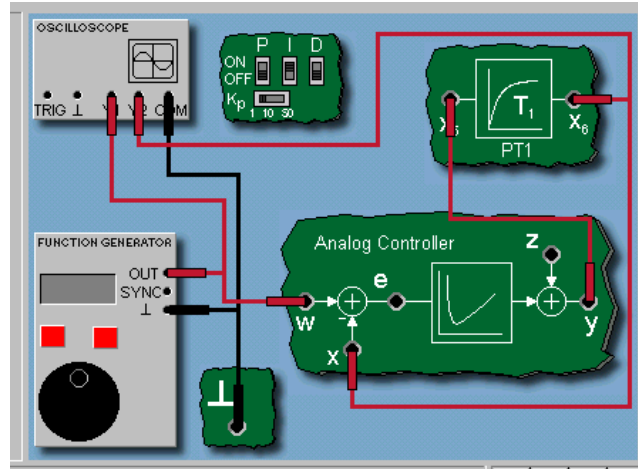
- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- الحاكم التكاملي وتأثيره على نظام من الرتبة الأولى PT_1
- استجابة النظام PT_1 في حالتي إشارة دخل قفزة Step Function

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- مولد إشارة (Function Generator)
- نظام من الرتبة الأولى PT_1
- جهاز حاسب مع برنامج Com3Lab.
- ولوحة تغيير معاملات الحاكمات.

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح بمواصلة العمل.
- اضبط قيمة دخل الوحدة المتحكم فيها بواسطة مولد إشارة الدخول عند النقطة Out بعد أن قمنا بالمعايرة وهي إشارة قفزة.
- قم بتوصيل الأجهزة كما في الشكل .
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيل ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة وسجل إشارتي القناتين Y_1 و Y_2 على راسم الذبذبات.
- سجل ملحوظاتك.



الشكل (٤ - ١): توصيل تجربة الحاكم التكاملي

تسجيل النتائج

- قم بتغيير معامل تكبير الحاكم التكاملي وارسم منحنى استجابة النظام باستخدام جهاز العرض (تعاود هذه المرحلة ٣ مرات باستخدام قيم مختلفة لمعامل الحاكم التكاملي K_i)
- في منحنى الاستجابة السابقة حدد منطقة تجاوز قيمة الاستقرار المسموح به بمقدار $\pm 10\%$ وأوجد قيمة كل من :

Delay Time: $T_d =$	زمن التأخير
Rise Time: $T_r =$	زمن الصعود
Settling Time: $T_s =$	زمن الاستقرار
Maximum Overshoot: $V_m =$	أقصى تجاوز لقيمة حالة الاستقرار

- أسئلة ومناقشة

- ما الهدف من وضع الحاكم التكاملي في نظام التحكم ؟

- عند زيادة قيمة معامل الحاكم التكاملي تظهر ذبذبة مخمدة و تزداد نسبة التعدي. ما سبب ذلك؟

- ماذا تستخلص من هذه التجربة ؟

التجربة الخامسة

الحاكم التناسبي التكاملي PI- Controller

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- الحاكم التناسبي التكاملي وتأثيره على نظام من الرتبة الأولى PT_1
- استجابة النظام PT_1 في حالتي إشارة دخل قفزة Step Function وفي حالة إشارة انحدار Ramp Function

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- مولد إشارة (Function Generator)
- نظام من الرتبة الأولى PT_1
- جهاز راسم ذبذبات (Oscilloscope).
- ولوحة تغيير معاملات الحاكمات.

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح بمواصلة العمل.
- اضبط قيمة دخل الوحدة المتحكم فيها بواسطة مولد إشارة الدخول عند النقطة Out بعد أن قمنا بالمعايرة وهي إشارة قفزة.
- قم بتوصيل الأجهزة كما في الشكل .
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيل ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة وسجل إشارتي القناتين Y_1 و Y_2 على راسم الذبذبات.
- سجل ملحوظاتك.

- ما تأثير معامل الجزء التناسبي و معامل الجزء التكاملي K_i على كل من المعاملات التالية

○ زمن التأخير T_d Delay Time

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التجربة السادسة تحليل الاستجابة الزمنية لنظام حراري

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

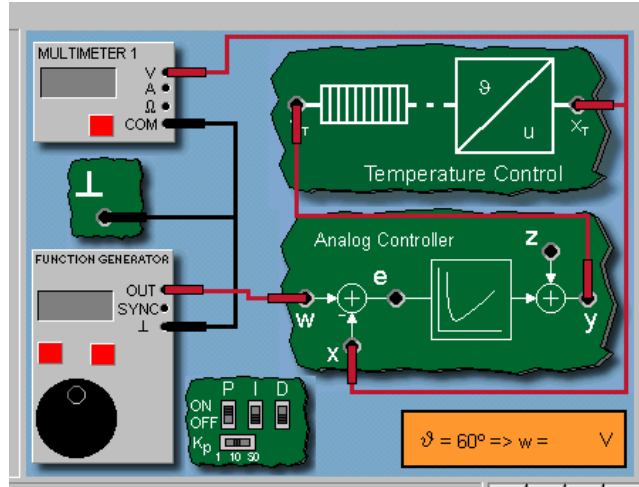
- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكرت و البرنامج المصاحب له.
- ايجاد تأثير قيمة معامل الحاكم التناسبي على نسبة الخطأ و زمن الإستقرار.
- الحصول على نسبة خطأ صفر باستخدام الحاكم التناسبي التكاملي.

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكرت الإلكتروني.
- مولد إشارة (Function Generator)
- وحدة متحكم فيها (Controlled Unit)

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح بمواصلة العمل.
- وصل التجربة كما هو موضح في الشكل (٦ - ١).
- استعمل راسم الذبذبات للحصول على الخرج و الدخول على القنوات X و W .
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيل ومعايرة الأجهزة.
- التشغيل يكون من خلال البرنامج Com3lab شاشة Step response plotter.



الشكل (٦ - ١): توصيلة نظام حراري بحاكم تناسبي تكاملي

تسجيل النتائج

- ارسم استجابة النظام لإشارة الخطوة $K_p=1$.
- أعد رسم استجابة النظام لإشارة الخطوة في حالة $K_p=10$ و $K_p=50$.
- استنتج نسبة الخطأ و زمن الاستقرار للحالات الثلاث السابقة.
- لاحظ تأثير زيادة قيمة معامل الحاكم التناسبي على استقرار النظام.
- ارسم استجابة النظام لإشارة الخطوة عند إضافة حاكم تكاملي.

- أسئلة ومناقشة

- كيف يؤثر معامل الحاكم التناسبي على نسبة الخطأ ؟

- عند أعلى قيمة لمعامل الحاكم التناسبي هل النظام يحافظ على استقراره ؟

- كيف يؤثر الحاكم التناسبي على زمن الاستقرار ؟

- بإضافة الحاكم التكاملي إلى الدائرة هل نحصل على نسبة خطأ صفر . لماذا ؟
