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

الكليات التقنية

الحقيبة التدريبية :

تقنية التحكم الآلي عملي

في تخصصات
الآلات والمعدات الكهربائية
والقوى الكهربائية و مشغل لوحة التحكم

مقدمة

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

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل 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 نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على الله ثم على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي؛ لتصل بعون الله تعالى لمصاف 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 متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، 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 والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات 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 " **تقنية التحكم الآلي- عملي** " لمتدربي تخصصات الآلات والمعدات الكهربائية والقوى الكهربائية ومشغل لوحة التحكم" 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 وجلً أن تسهم بالشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، مدعم 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

الفهـــرس

الموضـــوع	رقم الصفحة
تمهيد	٣
الوحدة الأولى: أساسيات برنامج MATLAB	٤
التجربة الأولى: شرح استخدام برنامج MATLAB	٥
الوحدة الثانية: تحليل الاستجابة الزمنية لبعض الأنظمة الصناعية ذات الدائرة المفتوحة	٩
التجربة الأولى: استجابة نظام حراري لإشارة الخطوة	١٠
التجربة الثانية: استجابة محرك تيار مستمر لإشارة الخطوة	١٥
التجربة الثالثة: استجابة نظام الإضاءة لإشارة الخطوة	١٨
الوحدة الثالثة: تحليل الاستجابة الزمنية لبعض الأنظمة الصناعية ذات الدائرة المغلقة	٢١
التجربة الأولى: الحاكم التناسبي P- Controller	٢٢
التجربة الثانية: الحاكم التكاملي I- Controller	٢٧
التجربة الثالثة: الحاكم التناسبي التكاملي PI- Controller	٣١
التجربة الرابعة: الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي PID- Controller	٣٥
التجربة الخامسة: الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي الرقمي التحكم الرقمي في سرعة محرك تيار مستمر Automatic Speed Control	٤٠
التجربة السادسة: الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي الرقمي التحكم الرقمي في الإضاءة Automatic Light Control	٤٢
المراجـــع	٤٤

تمهـــيد

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا محمد وآله وصحبه، .أما بعد، فهذا هو الكتاب الخاص بالمنهج العملي لمقرر: "تقنية التحكم الآلي" نقدمه لأبنائنا متدربي الكليات التقنية التابعة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، تخصص "الآلات الكهربائية"، حيث لا يخفى على أحد ما للجانب التطبيقي من أهمية في عملية التحصيل العملي وترسيخ المفاهيم لدى المتدرب.

يتعلم المتدرب من هذه التجارب خصائص التحكم في الحلقة المفتوحة والمغلقة وكذلك كما يتعلم المتدرب خصائص نظم الرتبة الأولى. كما يتعلم تأثير الحاكمات بأنواعها المختلفة على الوحدة المحكومة. كما يتعلم المتدرب استخدام برنامج Matlab في أنظمة التحكم.

وقد تم وضع عشر تجارب مبينة في الفهرس.

وقد روعي عند إعداد هذه التجارب المختبرات والأجهزة المتوفرة لدينا وهي:

مختبر Com3Lab من شركة Leybold الألمانية. هذا المختبر متوفر في كثير من الكليات التقنية في المملكة . وقد سارعنا بترجمة ملفاته وحررنا مختبرات تتناسب مع محتوياته. نأمل إن شاءالله أن نكون قد وفقنا في ذلك. ورغم المجهودات التي بذلت فهذه المختبرات تعتبر كقاعدة يمكن تطويرها.

الوحدة الأولى

أساسيات برنامج MATLAB

التجربة الأولى

شرح استخدام برنامج MATLAB

الهدف من التجربة :

- أن يتدرب المتدرب من خلال هذه التجربة على:
- أساسيات برنامج ماتلاب MATLAB.
- أساسيات برنامج SIMULINK

الأجهزة ومكونات التجربة :

- جهاز حاسب
- برنامج MATLAB و Simulink محتوياً على الملف الذي يشمل الأدوات الرياضية التي يمكن استعمالها في الحسابات والرسومات وهوControl Tool Box.

خطوات إجراء التجربة :

بعد تشغيل برنامج ماتلاب

نعرف دالة التحويل كما يلي:

$$G(s)=\frac{n(s)}{d(s)}$$

حيث إن: n(s) يمثل بسط دالة التحويل. و d(s) يمثل مقام دالة التحويل وكلاهما يمثل كثيرات الحدود في **s** (Polynomial in *s*)

يتم إدخال كثيرة الحدود بإدخال معاملاتها عل هيئة صف:

أدخل كثيرة الحدود التالية:

$$p(s)=s^2+3s+1$$

معاملات p(s) هي: 1، 3، 1 فندخلها في MATLAB كالتالي:

```
» p=[1 3 1];
```

يجب إدخال جميع المعاملات حتى التي تساوي صفراً.

مثال: أدخل كثيرة الحدود التالية: $p(s) = s^3 + 3s + 1$

معامل s^2 هنا يساوي صفر، ومن ثم ندخل المعاملات كالتالي: **» p=[1 0 3 1];**

مثال: أدخل دالة التحويل التالية: $G(s) = \frac{s^2 + 2s + 1}{s^3 + 4s^2 + 2s + 1}$

فندخلهما في صورة صفين كالتالي:

»n=[1 2 1];
»d=[1 4 2 1];

يمكن كتابة الدالة في ماتلاب وذلك بكتابة الأمر التالي: **»Tf(n,d)**

لحساب أصفار الدالة: **»roots(n)**

تسجل الإجابة على الشاشة كما يلي:

ans =

-1
-1

لحساب أقطاب الدالة:

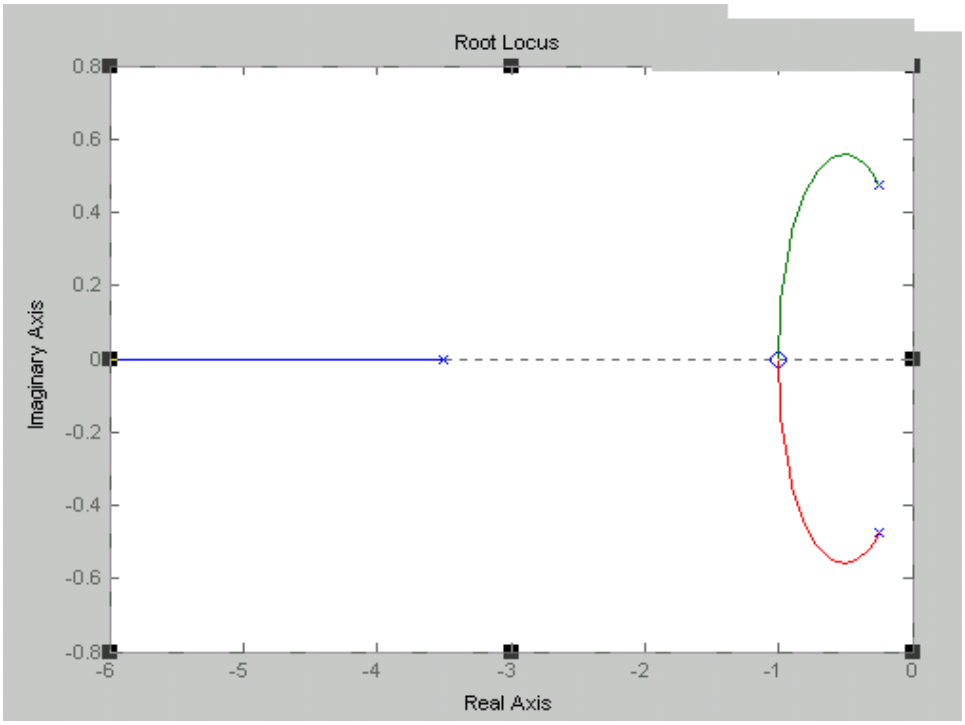
»roots(d)

تسجل الإجابة على الشاشة كما يلي

ans=
-3.5115
-0.2442 + 0.4745i
-0.2442 – 0.4745i

لرسم جذور البسط التي تمثل الأصفار وجذور المقام التي تمثل الأقطاب (شكل ١- ١):

»rlocus(n,d)



شكل ١- ١ : أصفار و أقطاب الدالة

لمسح الرسم من الشاشة نستعمل الأمر **»clf**

لمسح البرنامج من الشاشة نستعمل الأمر **»clc**

لرسم استجابة النظام لإشارة الخطوة نستعمل الأمر **»step(n,d)**

استعمال SIMULINK. يسهل تمثيل النظم بالرجوع إلى رسوم جاهزة وربطها ببعضها ثم تشغيلها.

لرسم مخطط باستعمال Simulink نقوم بما يلي:

- فتح Simulink
- التعرف على نوافذ Simulink
- التعرف على العناصر الأساسية التي سنستخدمها مثل Sources و Sinks و Linear
- فتح صفحة جديدة لتمثيل النظام المراد دراسته والاستعانة بالمدرب لبناء المخطط
- لتشغيل المحاكاة ننقر على Simulation ثم Start

- للحصول على النتائج ننقر مرتين على أيقونة جهاز العرض Scope فتظهر الاستجابة .

أسئلة ومناقشة

لدينا دالة التحويل التالية:

١- $$G(s)=\frac{s+1}{s(s+2)(s+3)}$$

٢- $$G(s)=\frac{2}{s(s+1)(s+2)}$$

أوجد الأصفار والأقطاب باستخدام برنامج MATLAB لكل دالة.

ارسم الاستجابة الزمنية لإشارة الخطوة للدالتين باستخدام Simulink

الوحدة الثانية

تحليل الاستجابة الزمنية لبعض الأنظمة الصناعية ذات الدائرة المفتوحة

التجربة الأولى

استجابة نظام حراري لإشارة الخطوة

الهدف من التجربة :

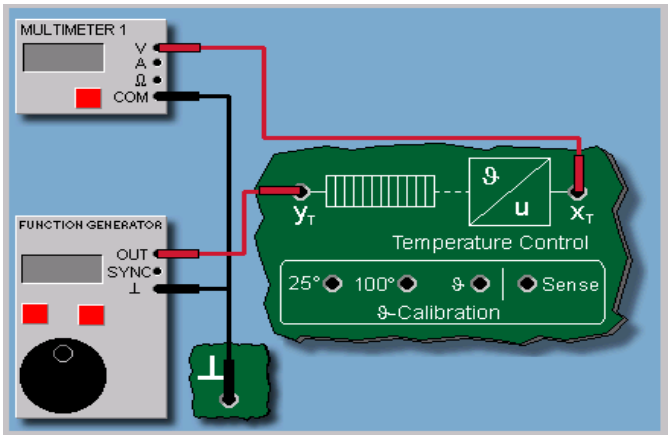
- أن يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على:
- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكرت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- استجابة نظام حراري لإشارة الخطوة.
- تأثير التشويش على الحلقة المفتوحة.

الأجهزة والمكونات

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

خطوات إجراء التجربة

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح بمواصلة العمل.
- قم بتوصيل الأجهزة وفق الشكل(٢- ٣).
- قم بمعايرة جهاز العرض وتأكد من عمل كل الأجهزة.
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات.
- اختر إشارة خطوة w = 7 v ثم ارسم إشارة الدخل والخرج معا خلال زمن قدره 200s سجل القيمة التي استقر عليها الخرج X_0
- أعد التجربة بإدخال تشويش على عملية التسخين (تشغيل المروحة بجهد 5v) وسجل القيمة التي استقر عليها الخرج X_{01}



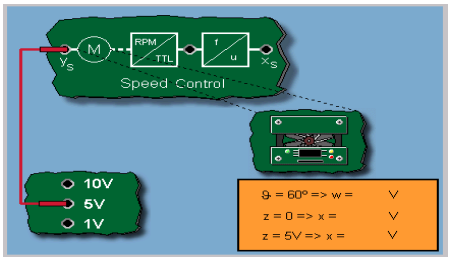
الشكل (2-3): توصيل التجربة

تسجيل النتائج

بدون تشويش: Z=0 v جهد الخرج يساوي:

X_0 = ... v

أدخل تشويش على إشارة الخرج و سجل القيمة النهائية



شكل(٢- ٤)

بوجود تشويش: Z = 5 v جهد الخرج يساوي

X_{01} = ... v

قارن بين القيمتين ، ماذا تستنتج؟

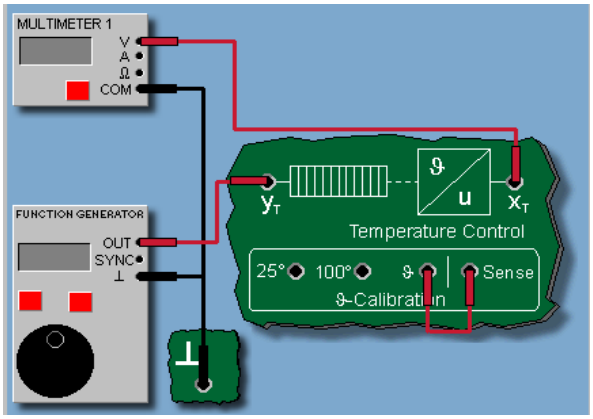
.....

.....

ماذا تلاحظ في بداية استجابة النظام الحراري لإشارة الخطوة؟

.....

وصل التجربة شكل(٢- ٥) وذلك بتثبيت إشارة الدخل على القيم المبينة في الجدول وتسجيل القيمة التي يستقر عليها الخرج بعد ٣ دقائق من تثبيت الدخل على القيمة المطلوبة وسجل النتائج في الجدول التالي.



الشكل(٢- ٥) توصيل التجربة

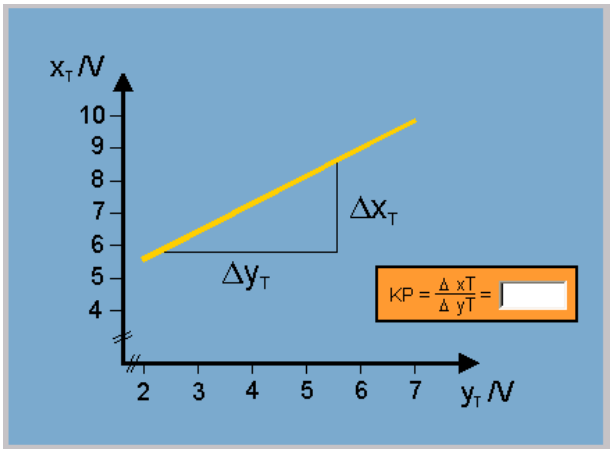
قيمة إشارة الدخل y (v)	٤	٥	٦	٧
قيمة إشارة الخرج x (v)				

- ارسم منحنى إشارة الخرج **x** بدلالة إشارة الدخل **y** باستخدام راسم Characteristic curve plotter في اللوحة Com3Lab

ماذا تلاحظ حول المنحنى؟

.....

.....



الشكل (٢- ٦): حساب الميل

احسب ميل المنحنى K_p

اختر نقطتين على المنحنى ثم أكمل ما يلي:

$\Delta x = x_2 - x_1$
Δx= ..... – .....
Δx= .....

$\Delta y = y_2 - y_1$
Δy=..... – .....
Δy=.....

K_p= .....

ماذا يمثل الثابت K_p للنظام الحراري؟

.....

.....

أسئلة ومناقشة

- ماذا تلاحظ حول استجابة النظام الحراري لإشارة الخطوة؟

.....

.....

- ما نوع هذا النظام؟

.....

.....

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

.....

.....

- هل تتأثر الدائرة المفتوحة بالتشويش؟

.....

.....

التجربة الثانية

استجابة محرك تيار مستمر لإشارة الخطوة

الهدف من التجربة:

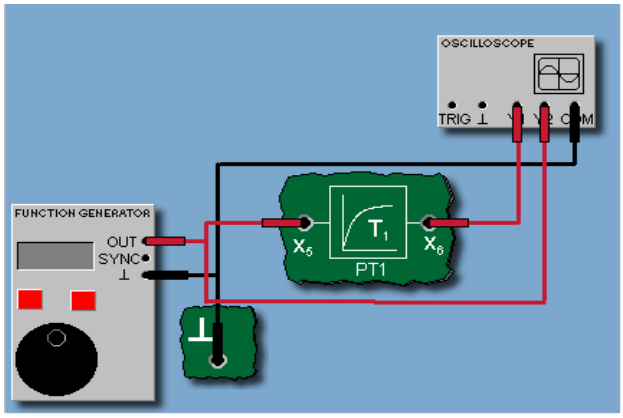
- أن يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:
- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- نظام من الرتبة الأولى (PT_1 أو محرك التيار المستمر)
- استجابة النظام من الدرجة الأولى لإشارة الخطوة

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني. COM3LAB
- مولد إشارة Function Generator
- نظام من الرتبة الأولى PT1 و محرك تيار مستمر (نفترض أن محرك التيار المستمر نظام من الدرجة الأولى)

خطوات إجراء التجربة:

- قم بتوصيل الأجهزة كما في **الشكل**(٢- ١) مع أفضلية تغيير النظام PT1 بمحرك المروحة.
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المدرب مراجعة التوصيل ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة وتحديد الخطوة بـ 10v وزمن 5s وسجل إشارتي القناتين Y_1 و Y_2 على راسم الذبذبات.
- سجل ملحوظاتك.



الشكل (١- ٢): توصيل التجربة

تسجيل النتائج

وارسم منحنى استجابة النظام لإشارة الخطوة

ما نوع النظام؟

.....

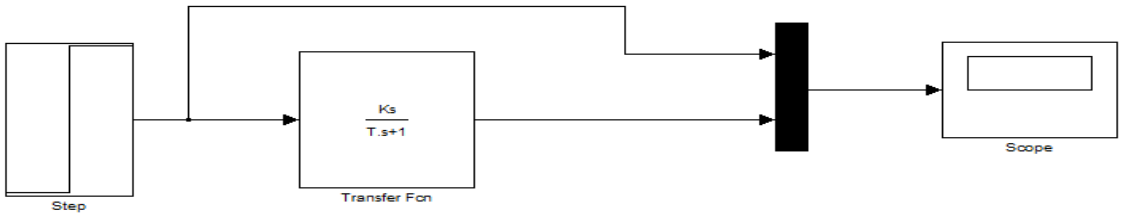
من خلال منحنى الاستجابة ومنحنى إشارة الدخل احسب كسب النظام و الثابت الزمني .

قيمة الخطوة X_0	القيمة التي استقر عليها الخرج Y_0	الكسب $K_s = X_0 / Y_0$	الثابت الزمني T

أكمل النموذج الرياضي للمحرك (دالة النظام بدلالة المتغير المركب **S**)

$G(s) =$ .....

أعد التجربة باستخدام SIMULINK



قارن بين النتائج

.....

.....

أسئلة ومناقشة

– ارسم المخطط الصندوقي للتجربة

- ما الهدف من استجابة النظام لإشارة الخطوة ؟

.....

.....

- ماذا تستخلص من هذه التجربة ؟

.....

.....

التجربة الثالثة

استجابة نظام الإضاءة لإشارة الخطوة

الهدف من التجربة:

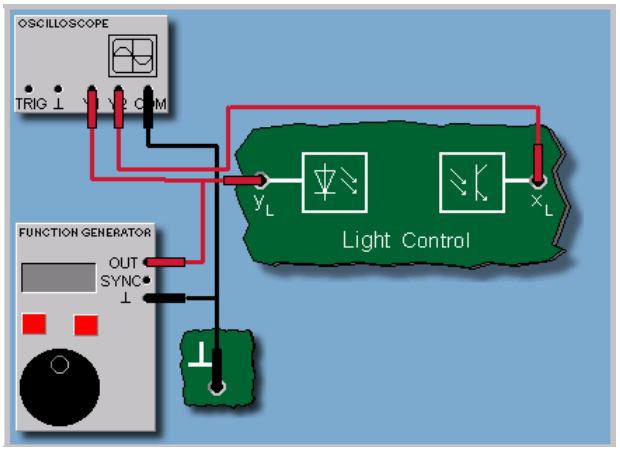
- أن يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:
- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- إشارة الخطوة وتأثيرها على خرج نظام الإضاءة
- نوعية النظام من خلال الاستجابة
- الكسب والثابت الزمني لنظام الإضاءة

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- مولد إشارة Function Generator
- نظام الإضاءة في اللوحة COM3LAB
- جهاز الكمبيوتر

خطوات إجراء التجربة:

- شغل الكمبيوتر و لوحة العمليات ثم وصل التجربة حسب الشكل(٢- ٢)
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيل ومعايرة الأجهزة.
- افتح راسم الاستجابة لإشارة الخطوة ثم حدد الخطوة على ٥ فولت والزمن ١ ثانية.
- قم بتشغيل التجربة وسجل إشارتي القناتين Y_1 و Y_2 على راسم الذبذبات.
- سجل ملحوظاتك.



الشكل (٢- ٢): توصيل التجربة

تسجيل النتائج

وارسم منحنى استجابة النظام لإشارة الخطوة

ما نوع النظام؟ .....

احسب كسب النظام و الثابت الزمني .

قيمة الخطوة X_0	القيمة التي استقر عليها الخرج Y_0	الكسب $K_s = X_0 / Y_0$	الثابت الزمني T

أكمل النموذج الرياضي لنظام الإضاءة (دالة النظام بدلالة المتغير المركب **s**)

$G(s) =$ .....

أسئلة ومناقشة

– ارسم المخطط الصندوقي للتجربة

- ما الهدف من استجابة النظام لإشارة الخطوة ؟

.....

.....

– بما أن الثابت الزمني يعتبر صغير جدا في حالة نظام الإضاءة، ماذا تستنتج ؟

.....

.....

- ماذا تستخلص من هذه التجربة ؟

.....

.....

الوحدة الثالثة

تحليل الاستجابة الزمنية لبعض النظم الصناعية ذات الدائرة المغلقة

التجربة الأولى

الحاكم التناسبي P- Controller

الهدف من التجربة:

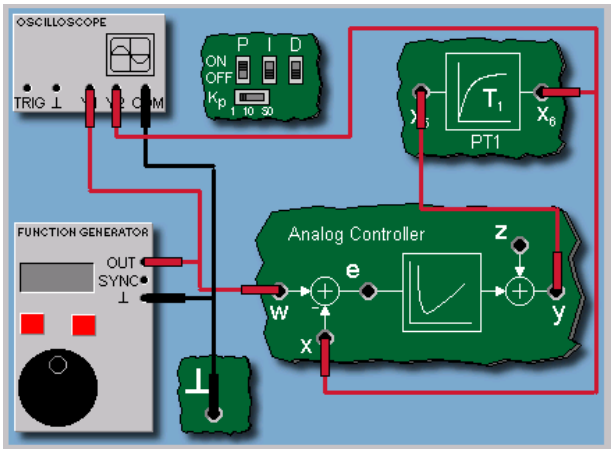
- أن يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:
- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- الحاكم التناسبي وتأثيره على نظام من الرتبة الأولى.
- تأثيره على الخطأ e وعلى زمن الاستقرار t_s

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- مولد إشارة Function Generator
- نظام من الرتبة الأولى (محرك تيار مستمر، نظام الإضاءة)

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات.
- قم بتوصيل الأجهزة كما في الشكل(٣- ١). (ممكن استخدام محرك التيار المستمر عوضا عن PT1) .



الشكل (٣- ١): توصيل التجربة

قبل تشغيل التجربة اطلب من المدرب مراجعة التوصيل

قم بتشغيل التجربة وارسم إشارتي القناتين Y_1 وY_2 لخطوة w_0=5v و خلال زمن 5s غير .الثابت التناسبي K_p (١ ثم ١٠ ثم ٥٠) و أكمل الجدول لكل قيمة لـ K_p.

سجل نتائج التجربة في الجدول التالي

معامل الحاكم التناسبي K_p	قيمة الخرج x_0 (v)	زمن الاستقرار t_s (s)	أحسب الخطأ $e= w_0 - x_0$ (v)
K_p=1			
K_p=10			
K_p=50			

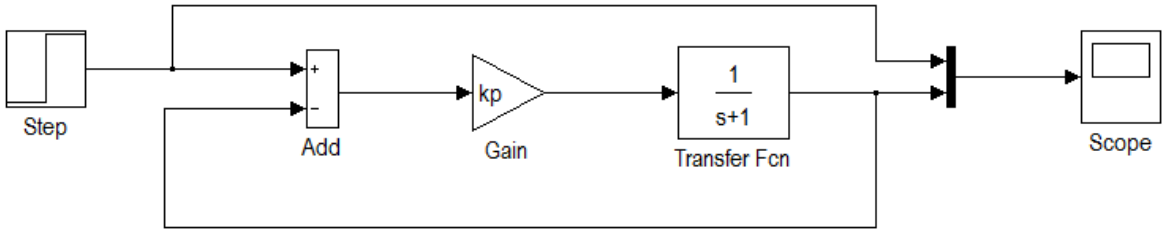
ماذا تلاحظ؟

.....

.....

.....

أعد التجربة باستخدام **Simulink** شكل (٣- ٢)واستخدام نفس القيم للمعامل التناسبي $\mathbf{k_p}$ المبينة في الجدول



شكل (٣- ٢) : مخطط التجربة

معامل الحاكم التناسبي K_p	قيمة الخرج x_0 (v)	زمن الاستقرار t_s (s)	أحسب الخطأ $e= w_0 - x_0$ (v)
$K_p=1$			
$K_p=10$			
$K_p=50$			

قارن النتائج التي توصلت إليها باستخدام اللوحة والنتائج التي توصلت إليها باستخدام **Simulink**

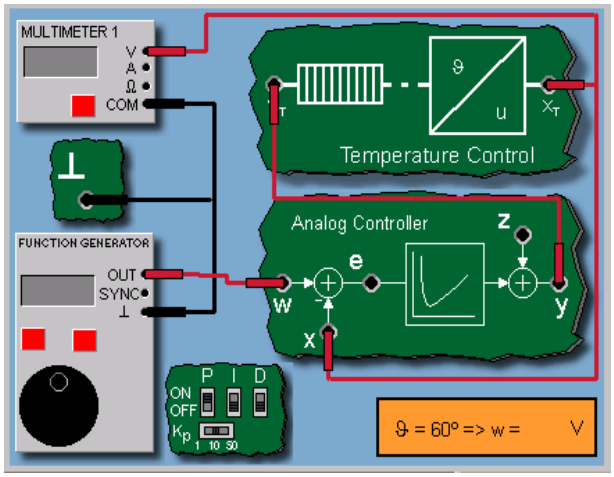
.....

.....

.....

.....

أعد التجربة مع النظام الحراري بخطوة 7v وخلال زمن 200s حسب التوصيل شكل(٣- ٣)



الشكل (٣- ٣): توصيل تجربة

تسجيل النتائج

بدون تشويش: Z=0 v استقر الخرج على القيمة:

X_0 = ... v

بوجود تشويش: Z = 5 v استقر الخرج على:

X_{01}= v

قارن بين القيمتين ، ماذا تستنتج؟

.....

.....

هل يتأثر النظام ذو الدائرة المغلقة بالتشويش؟

.....

لماذا لم يتأثر الخرج بالتشويش في التحكم بالدائرة المغلقة مثلما تأثر به في الدائرة المفتوحة؟

.....

.....

أسئلة ومناقشة

– ارسم المخطط الصندوقي للتجربة (نكتفي بنظام واحد)

– كيف يؤثر الحاكم التناسبي على الخطأ ؟

.....

.....

– كيف يؤثر الحاكم التناسبي على زمن الاستقرار ؟

.....

.....

- إلى ماذا تؤدي الزيادة المفرطة في المعامل التناسبي K_p ؟

.....

.....

- ماذا تستخلص من هذه التجربة ؟

.....

.....

– ما تأثير التشويش على الدائرة المغلقة؟

.....

.....

التجربة الثانية

الحاكم التكاملي (I-Controller)

الهدف من التجربة:

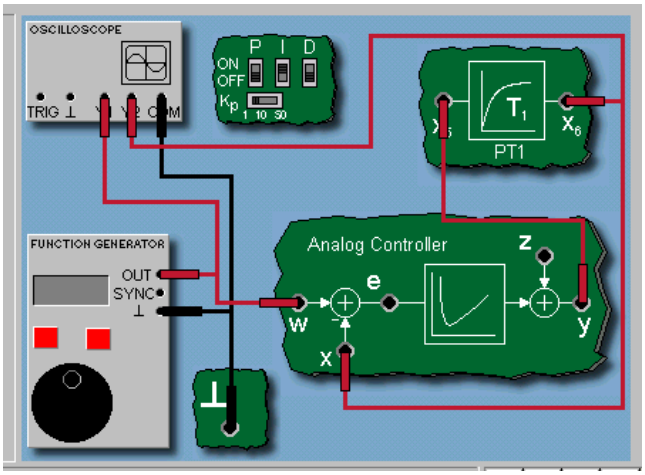
- أن يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:
- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- الحاكم التكاملي وتأثيره على نظام من الرتبة الأولى PT_1
- استجابة النظام PT_1 في حالة إشارة دخل خطوة Step Function

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- مولد إشارة (Function Generator)
- نظام من الرتبة الأولى PT1
- 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 الدخل عند النقطة Out بعد أن قمنا بالمعايرة وهي إشارة قفزة.
- قم بتوصيل الأجهزة كما في الشكل(٣- ٤) (بإمكانك تغيير النظام PT_1 بمحرك التيار المستمر).
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيل ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة بخطوة 5v و زمن 10s وسجل إشارتي القناتين Y_1 و Y_2 على راسم الذبذبات.



الشكل (٣- ٤): توصيل تجربة

تسجيل النتائج

قم بتغيير معامل الحاكم التكاملي K_I (1 و 10) وارسم منحنى استجابة النظام ثم أكمل الجدول التالي:

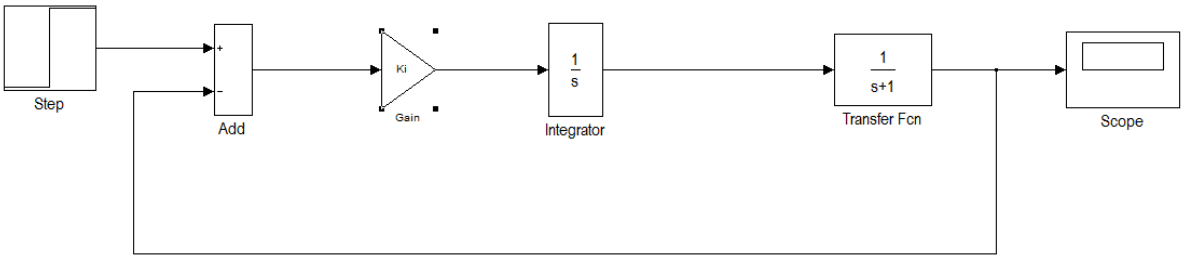
الثابت التكاملي K_I	زمن التأخير t_d (s)	زمن الصعود t_r (s)	التعدي M_p (v)	زمن التعدي t_p (s)	الخطأ e (v)
١					
١٠					

ما تأثير الثابت التكاملي K_I على المتغيرات المبينة في الجدول؟

.....

.....

أعد التجربة باستخدام SIMULINK و اعتمادا على الشكل(٣- ٥)



الشكل(٣- ٥) مخطط التجربة

غير الثابت التكاملي حسب الجدول ثم سجل النتائج في الجدول

الثابت التكاملي K_I	زمن التأخير t_d (s)	زمن الصعود t_r (s)	التعدي M_p (v)	زمن التعدي t_p (s)	الخطأ e (v)
٠,٥					
١					
٢					

ما ذا تلاحظ حول تأثر المتغيرات المبينة في الجدول

.....

.....

.....

.....

ماذا تستنتج؟

.....

.....

أسئلة ومناقشة

ارسم المخطط الصندوقي للتجربة

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 الثالثة

الحاكم التناسبي التكاملي PI- Controller

الهدف من التجربة:

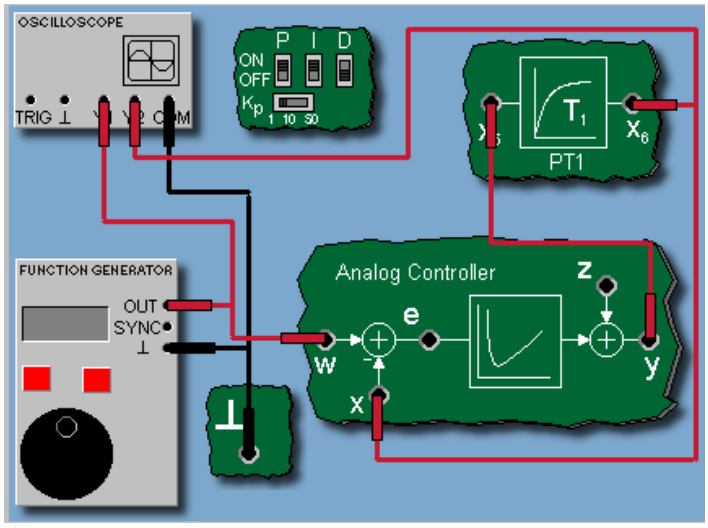
- أن يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:
- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- الحاكم التناسبي التكاملي وتأثيره على نظام من الرتبة الأولى PT_1
- استجابة النظام PT_1 في حالة إشارة دخل الخطوة Step Function

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- مولد إشارة (Function Generator)
- نظام من الرتبة الأولى PT1 أو محرك التيار المستمر
- جهاز راسم ذبذبات (Oscilloscope).
- ولوحة تغيير معاملات الحاكمات.

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح بمواصلة العمل.
- بعد أن قمنا بالمعايرة وهي إشارة قفزة.
- قم بتوصيل الأجهزة كما في الشكل(٣- ٦) .
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المدرب مراجعة التوصيل ومعايرة الأجهزة.
- ثبت إشارة الدخل على $w_0=5$ v و خلال زمن 10 s ثم تشغل التجربة وسجل إشارتي القناتين Y_1 و Y_2 على راسم الذبذبات.
- سجل ملحوظاتك.



الشكل (٣- ٦): توصيلة الحاكم التناسبي التكاملي

تسجيل النتائج

- أعد رسم منحنيي الدخل والخرج مع تغيير الثابت K_p (1 ,10 ,50)
- لكل قيمة لـ K_p أكمل الجدول

الثابت K_p	قيمة الخرج X_0	قيمة الدخل W_0	الخطأ $e = W_0 - X_0$	زمن الاستقرار t_s
1				
١٠				
٥٠				

- ماذا تلاحظ؟

.....

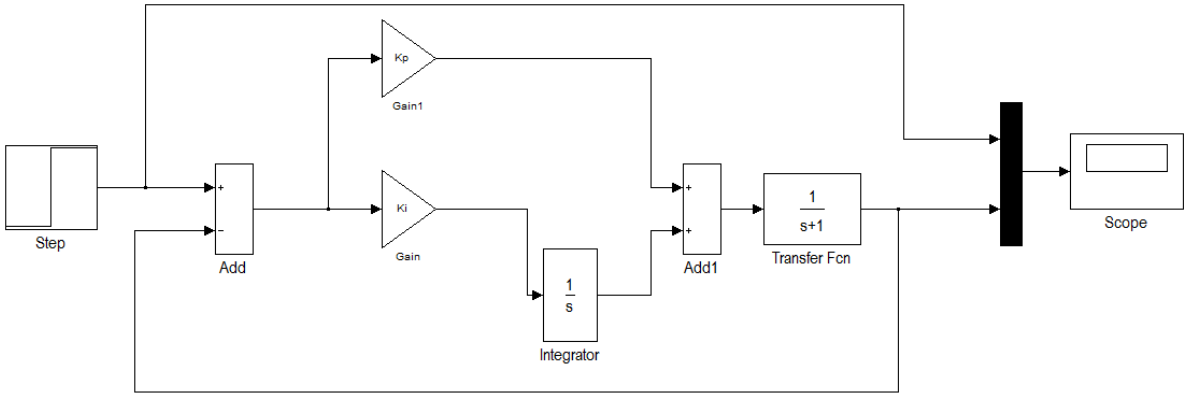
.....

- ماذا تستنتج؟

.....

.....

أعد التجربة باستخدام simulink **اعتمادا على الشكل(٣- ٧)**



الشكل(٣- ٧)

تسجيل النتائج

ثبت $K_p=1$ وغير K_I **حسب الجدول التالي**

K_I	0.1	1	2

ماذا تلاحظ؟

.....

.....

ماذا تستنتج؟

.....

.....

ثبت $K_I=1$ وغير K_p **حسب الجدول التالي**

K_p	0.1	1	2

- ماذا تلاحظ؟

.....

.....

- ماذا تستنتج؟

.....

.....

أسئلة ومناقشة

- ارسم المخطط الصندوقي للتجربة (لنظام واحد فقط)

- ما تأثير الحاكم التناسبي التكاملي على استجابة النظام؟

.....

.....

.....

التجربة الرابعة

الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي PID- Controller

الهدف من التجربة :

- استخدام برنامج MATLAB لدراسة التحكم في سرعة محرك تيار مستمر بواسطة PID.
- تأثير العنصر التناسبي من الحاكم PID على استجابة النظام المتحكم فيه.
- تأثير العنصر التكاملي من الحاكم PID عل استجابة النظام المتحكم فيه،
- تأثير العنصر التفاضلي من الحاكم PID على استجابة النظام المتحكم فيه.
- التحكم في نضام من الدرجة الثانية وهو محرك للتيار المستمر و نموذجه الرياضي الحقيقي هو:

$$G(s) = \frac{21.81}{0.0063s^2 + 0.379s + 1}$$

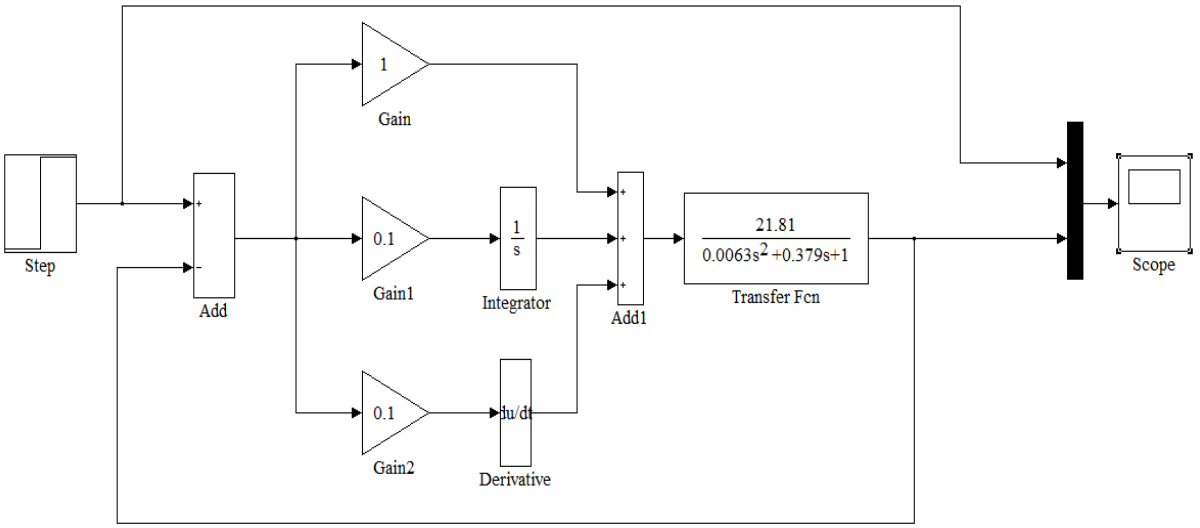
الأجهزة ومكونات التجربة:

- جهاز حاسب
- برنامج MATLAB يحتوي على Simulink و Control Tool Box

خطوات إجراء التجربة:

- نشغل برنامج MATLAB
- ننقر على أيقونة SIMULINK
- نرسم مخطط المحاكاة الموضح في شكل(٣- ٨) باستعمال Simulink
- نطبق الإجراءات التالية:

مخطط التجربة:



الشكل(٣- ٨)

باعتبار $K_d = 0$ و $K_i = 0$ ثابتتين ونغير قيم Kp حسب الجدول التالي:

K_p	زمن الصعود t_r (s)	زمن الصعود t_r (s)	قيمة الخرج X_0	الخطأ e	التعدي M_p
٠,١					
٠,٥					
٢					

ماذا تلاحظ؟

.....

.....

ماذا تستنتج؟

.....

.....

ما تأثير الحاكم التناسبي على متغير الخرج؟

.....

.....

باعتبار: $K_p = 0.1$ و $K_d = 0$ ثابتتين ونغير قيم Ki حسب الجدول التالي:

K_i	زمن الصعود t_r (s)	زمن الصعود t_r (s)	قيمة الخرج X_0	الخطأ e	التعدي M_p
٠,٠٥					
٠,١					
٠,٥					
١					

ماذا تلاحظ؟

.....

.....

.....

ماذا تستنتج؟

.....

.....

.....

ما تأثير الحاكم التكاملي على متغير الخرج؟

.....

.....

باعتبار: $K_p=0.5$ و $K_i=0$ ثابتتين ونغير قيم K_d حسب الجدول التالي:

K_d	زمن الصعود t_r (s)	زمن الصعود t_r (s)	قيمة الخرج X_0	الخطأ e	التعدي M_p
٠,١					
٠,٥					
١					

ماذا تلاحظ؟

.....

.....

.....

ماذا تستنتج؟

.....

.....

.....

ما تأثير الحاكم التفاضلي على متغير الخرج؟

.....

.....

أسئلة ومناقشة

- ما تأثير الجزء التناسبي من الحاكم PID على الاستجابة؟

.....

.....

- ما تأثير الجزء التناسبي التكاملي من الحاكم PID على الاستجابة؟

.....

.....

- ما تأثير الجزء التكاملي التفاضلي من الحاكم PID على الاستجابة؟

.....

.....

- ما تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي على إشارة الخطأ؟

.....

.....

التجربة الخامسة

الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي الرقمي

التحكم الرقمي في سرعة محرك تيار مستمر Automatic Speed Control

الهدف من التجربة:

أن يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على:

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكرت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- تحويل السرعة إلى جهد مستمر متناسب مع السرعة يمكن قياسه عند القاعدة xs.
- من تحليل منحنى استجابة سرعة النظام المتحكم يمكننا حساب Ks,Tu,Tg
- تصميم الحاكم PID بإتباع خطوات البحث عن الحل الأمثل حسب شين، هرونس و ريسويك واختبارها في حالة الحلقة المغلقة.

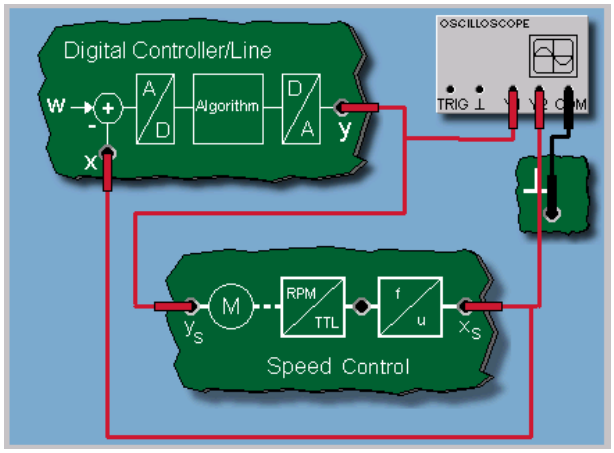
الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكرت الإلكتروني.
- وحدة السرعة المتحكم فيها Speed Control Unit
- جهاز راسم ذبذبات Oscilloscope.
- مولد إشارات Function Generator
- النظام الميكانيكي (محرك تيار مستمر محمل ميكانيكيا مع مولد)، وإذا لم يكن موجودا نكتفي بمحرك المروحة في اللوحة COM3LAB

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح بمواصلة العمل.
- وصل التجربة كما هو موضح في الشكل (٣- ٨) من الأفضل استخدام النظام (محرك + مولد) المثبت على الطاولة عوضا عن محرك COM3LAB.
- استعمل راسم الذبذبات للحصول على الخرج على القناة Y1.

- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة وسجل إشارة القناة Y1 على راسم الذبذبات.



الشكل (٣- ٨): التحكم الرقمي في السرعة

تسجيل النتائج

١- ارسم استجابة النظام لإشارة الخطوة.

٢- استنتج معامل التناسب K_s .....

٣- استنتج زمن التأخير T_u .....

٤- استنتج زمن التعويض T_g .....

أسئلة ومناقشة

١- اختر العبارة الصحيحة التي تنطبق على منحنى خواص النظام ؟

أ- النظام المتحكم فيه يصل إلى قيمة الدخل.

ب- النظام المتحكم فيه يصد كلما زاد الزمن.

ج- النظام المتحكم فيه يستجيب بسرعة لتغير إشارة الدخل.

٢- ماذا يحدث للنظام في حالة زيادة المعامل Kp إلى قيمة عالية؟

.....

.....

.....

التجربة السادسة

الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي الرقمي

التحكم الرقمي في الإضاءة Automatic Light Control

الهدف من التجربة:

أن يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على:

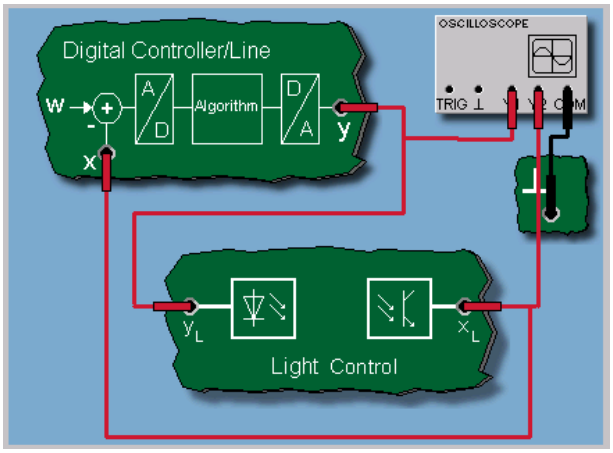
- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكرت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- تحويل الإضاءة إلى جهد مستمر متناسب مع الإضاءة ويمكن قياسه عند القاعدة x_s.
- من تحليل منحنى استجابة سرعة النظام المتحكم يمكننا حساب K_s, T_u, T_g
- تصميم الحاكم PID بإتباع خطوات البحث عن الحل في حالة الحلقة المغلقة.

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكرت الإلكتروني.
- وحدة الإضاءة المتحكم فيها Light Control Unit
- جهاز راسم ذبذبات Oscilloscope.
- مولد إشارات Function Generator

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح بمواصلة العمل.
- وصل التجربة كما هو موضح في الشكل (٣- ٩) .
- استعمل راسم الذبذبات للحصول على الخرج على القناة Y_1.
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة وسجل إشارة القناة Y_1 على راسم الذبذبات.



الشكل (٣- ٩): توصيلة التحكم في الإضاءة

تسجيل النتائج

١- ارسم استجابة النظام عند استخدام الحاكم التناسبي فقط.

٢- ارسم استجابة النظام عند استخدام الحاكم التكاملي فقط.

٣- ارسم استجابة النظام عند استخدام الحاكم التناسبي التكاملي معا.

ماذا تلاحظ؟

.....

.....

ماذا تستنتج؟

.....

.....

أسئلة ومناقشة

١- اختر العبارة الصحيحة التي تنطبق على منحنى خواص النظام ؟

أ- النظام المتحكم فيه يصل إلى قيمة الدخل.

ب- النظام المتحكم فيه يصد كلما زاد الزمن.

ج- النظام المتحكم فيه يستجيب بسرعة لتغير إشارة الدخل.

٢- ماذا يحدث للنظام في حالة زيادة المعامل K_p إلى قيمة عالية؟

.....

.....

المراجـع

اسم المرجع	المؤلف
Modern Control System	R. C. Dorf, Edison Wesley, 1990
Control System Design	C. T. Chen, Saunders College Publishing, 1993
Feedback Control System,	John Van De Vegta, Prentice Hall, 1990
Automatic Control Systems	B. Kuo, Prentice Hall
Johnson, C. D. *Process Control Instrumentation Technology,*	Prentice Hall, 2002
Bateson, R. N. *Introduction to Control Systems Technology,*	Prentice Hall, 2002
Ogata, K. *Modern control Engineering,*	Prentice Hall, 1997
Dorf, R. C. and Bishop, R. H. *Modern Control Systems,*	Addisson Wesley, 1998
، هندسة التحكم الآلي، مطبوعات الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري، ١٩٩١	أحمد فؤاد محمد عامر