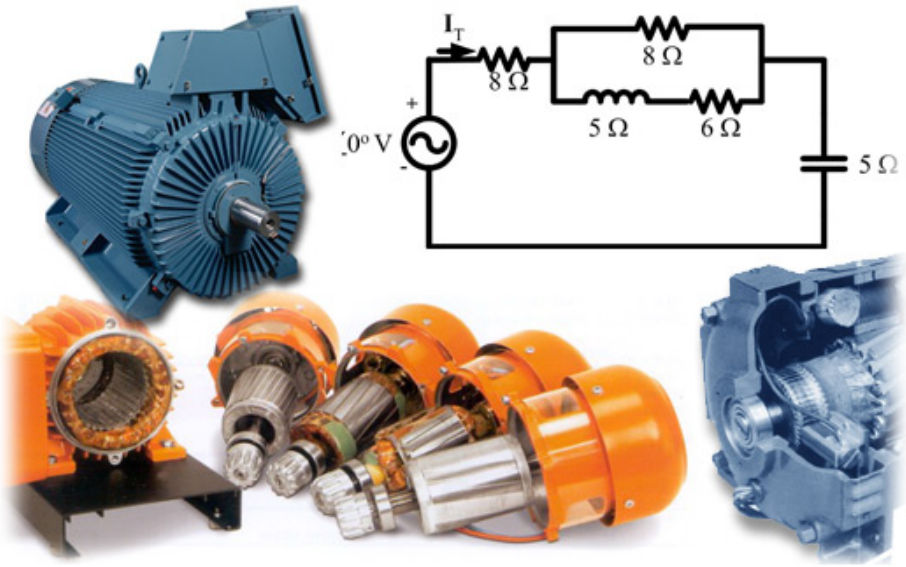
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

آلات و معدات كهربائية

تقنية التحكم الآلي - عملي

٢٣٣ كهر



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

مقدمه

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

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني 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 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 للتعليم الفني والتدريب المهني 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 " لمتدربي قسم" آلات ومعدات كهربائية " 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 تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة 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

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا محمد وآله وصحبه، .أما بعد، فهذه هي الحقيبة الخاصة بالمنهج العملي لمقرر: "تقنية التحكم الالي" نقدمه لأبنائنا متدربي الكليات التقنية التابعة للمؤسسة العامة لتعليم الفني والتدريب المهني، تخصص "الات كهربائية"، 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 بالحلقة المفتوحة والمغلقة وكذلك تحليل النظم المتحكم فيها بالتعويض وبدون تعويض كما يتعلم المتدرب خصاص نظم الرتبة الأولى. كما يتعلم تأثير الحاكمات بأنواعها المختلفة على الوحدة المحكومة. كما يتعلم المتدرب استخدام برنامج Matlab في أنظمة التحكم.

وقد تم وضع , إحدى وعشرين تجربة وهي:

التجربة الأولى: التحكم بالحلقة المفتوحة

التجربة الثانية: التحكم بالحلقة المغلقة

التجربة الثالثة: تحليل النظم المتحكم فيها

التجربة الرابعة: تحليل النظم المتحكم فيها بالتعويض

التجربة الخامسة: النظم المتحكم فيها مع زمن تأخير من الرتبة العالية

التجربة السادسة: النظم المتحكم فيها بدون تعويض

التجربة السابعة: المتحكمات(الحاكمات)**PID**

التجربة الثامنة: التحكم الآلي الرقمي

التجربة التاسعة: معايير أداء حلقات التحكم الآلي

التجربة العاشرة:خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم **PID**

التجربة الحادية عشرة: خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم**PID** التحكم الآلي في السرعة

التجربة الثانية عشرة: خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم**PID** التحكم الآلي في الإضاءة

التجربة الثالثة عشرة: خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم**PID** التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

التجربة الرابعة عشرة:التحكم الآلي والحاكمات المتقطعة

التجربة الخامسة عشرة : تمثيل الخطأ .

التجربة السادسة عشرة:تحليل تمثيل الخطأ

التجربة السابعة عشرة : أساسيات استخدام ماطلاب وتحليل استجابة أنظمة الرتبة الأولى

التجربة الثامنة عشرة: استخدام برنامج ماطلاب لدراسة الاستجابة الترددية لأنظمة الرتبة الأولى والرتبة الثانية

التجربة التاسعة عشرة: خصائص **PID** باستخدام ماطلاب

التجربة العشرون: استخدام برنامج ماطلاب لدراسة التحكم في وضع محرك تيار مستمر

التجربة الحادية والعشرون: استخدام ماطلاب للتحكم في سرعة محرك

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 شاء الله أن نكون قد وفقنا في ذلك. ورغم المجهودات التي بذلت فهذه المختبرات تعتبر كقاعدة يمكن تطويرها.

استخدام الحاسوب حيث حررنا بعض التجارب تتماشى مع برنامج Matlab. ويمكن تنفيذ هذه التجارب حسب رؤية كل مدرب وعلى النحو التالي:.

الأسبوع الأول: التجربة الأولى
الأسبوع الثاني: التجربة الثانية
الأسبوع الثالث: التجربة الثالثة

الأسبوع الرابع: التجربة الرابعة والخامسة والسادسة

الأسبوع الخامس: التجربة السابعة

الأسبوع السادس: التجربة الثامنة والتاسعة

الأسبوع السابع: التجربة العاشرة

الأسبوع الثامن: التجربة الحادية عشرة و الثانية عشرة .

الأسبوع التاسع: التجربة الثالثة عشر والرابعة عشر والخامسة عشر

الأسبوع العاشر: التجربة السادسة عشر

الأسبوع الحادي عشر: التجربة السابعة عشر

الأسبوع الثاني عشر: التجربة الثامنة عشر

الأسبوع الثالث عشر: التجربة التاسعة عشر

الأسبوع الرابع عشر: التجربة العشرون

الأسبوع الخامس عشر: التجربة الحادية والعشرون

تقنية التحكم الآلي - عملي

التحكم بالدائرة المفتوحة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الأولى : التحكم بالدائرة المفتوحة

التجربة الأولى

التحكم بالدائرة المفتوحة

Open Loop Control

التحكم بالدائرة المفتوحة ١ :

في حالة الدائرة المفتوحة لدينا عملية ذات مسار أمامي يتحكم فيها بدائرة مفتوحة. الرسم المرافق يفسر مبدأ التحكم في درجة حرارة غرفة بطريقة الدائرة المفتوحة باستخدام درجة الحرارة خارج البيت. فإذا حدث تشويش (مثلا فتح نافذة في يوم بارد أو وجود مركز حرارة ثان داخل الغرفة) سوف تخفق وحدة التحكم في تسجيل درجة الحرارة الحقيقية.

التحكم بالدائرة المفتوحة(العناصر٢):

اعتمادا(مثلا) على خاصية مناسبة لدرجة الحرارة الخارجية المزودة من طرف الحساس، تحدد وحدة التحكم الفتحة المناسبة لصمام التشغيل الواقعة داخل المسار. هذا يعني أن متغيرة الدخل تمثل جهد الدخل بينما متغيرة الخرج تمثل جهد التحكم في المحرك المشغل للصمام.

التحكم بالدائرة المفتوحة(العناصر٣):

الصمام المشغل يتكون من عنصرين هما محرك التحكم في الوضع والصمام نفسه. فمتغيرة دخل محرك التحكم في الوضع هي جهد خرج وحدة التحكم. يفتح الصمام بفتحة مناسبة لقيمة هذا الجهد. ومتغيرة خرج صمام التشغيل هو معدل حجم تدفق الحرارة في قنوات التشغيل.

التحكم بالدائرة المفتوحة (العناصر٤):

السخان والغرفة يمثلان النظام المتحكم فيه. ويمكننا تسمية السخان بالمشغل. يغذي السخان الغرفة بالحرارة حسب قانون الدورة الحرارية. فدرجة حرارة الغرفة تمثل خرج الدائرة المفتوحة.

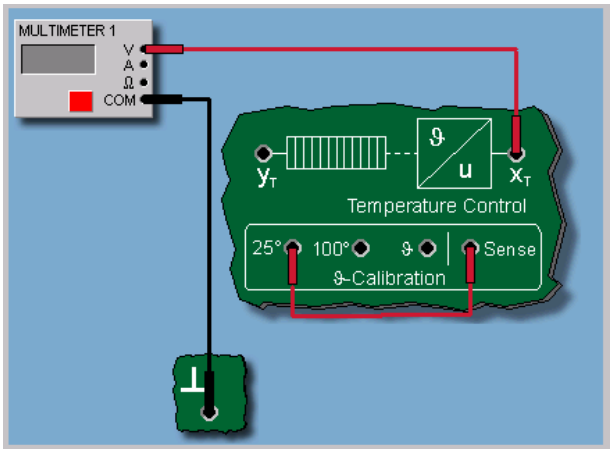
دائرة التحكم في درجة الحرارة لنظام COM3LAB مكون من ترانزيستور دارلنغتونDarlington متحكم فيه بواسطة جهد قاعدة توصيل اللوحة((yt وحساس حراري من نوع kyt 10

w تسمى نقطة الدخل أو المرجع

التحكم بالدائرة المفتوحة:

خواص الحساس

الحساس يحول درجة حرارة الترانزستور إلى جهد تماثلي والذي يمكن تجزئته عند نقطة التفريغ xt في قاعدة التوصيل. المركبتان تزدوجان باستعمال توصيل حراري. الدايودات الثلاثة LEDs تعطي الوضع الحالي لنظام التحكم.



الشكل ١ : طريقة معايرة الحساس الحراري

التحكم بالدائر المفتوحة:

تأثير التشويش

عند ظهور تشويش (z) في دائرة التحكم المفتوحة(فتح نافذة مثلا أو إشعال نار داخل الغرفة) لا يسجل الحاكم أية حرارة لان درجة حرارة الغرفة ذاتها غير معروفة. والتشويش يمثل مصدر زيادة في درجة الحرارة (H) داخل الغرفة (R). وكنتيجة للتشويش نحصل على ارتفاع أو انخفاض في درجة حرارة الغرفة غير مرغوب فيهما.

<u>التحكم بالدائرة المفتوحة :</u>

نظام التحكم في درجة الحرارة

بالنسبة للتجربة القادمة يجب معايرة درجة حرارة الحساس أولا. ونستخدم لهذا الغرض قاعدة التوصيل υ٢٥ = °و υ = 100 ° درجة مئوية. وبذلك يمكن معايرة الحساس بحساب:U/υ وتحديد مواصفاته تقريبا.

لكن المعايرة الصحيحة للحساس تتم باستخدام الترمومتر.

<u>التحكم بالدائرة المفتوحة</u>:

أهداف التجربة:

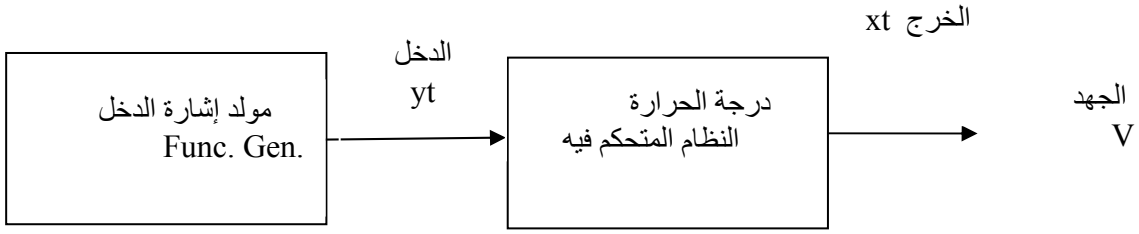
الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على :

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- كيفية التحكم بحلقة مفتوحة.
- كيفية الحصول على دالة التحويل بقسمة الخرج على الدخل.
- تأثير التشويش على الحلقة المفتوحة ومدى تأثيره.

الأجهزة والمكونات

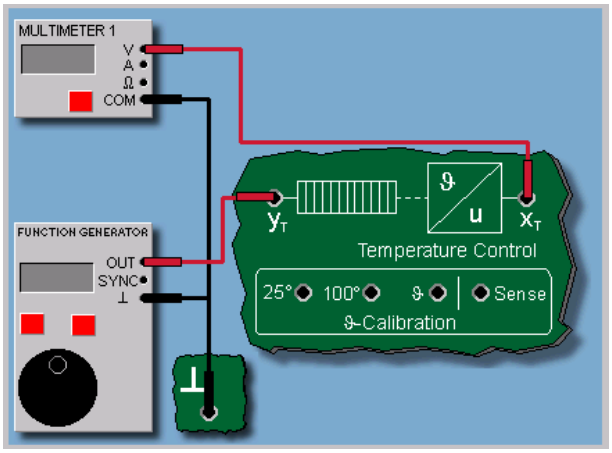
- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- مولد إشارة Function Generator
- وحدة متحكم فيها (Controlled Unit)
- جهاز قياس الجهد Multimeter



مخطط الحلقة المفتوحة

خطوات إجراء التجربة

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.
- اضبط قيمة دخل الوحدة المتحكم فيها بواسطة مولد إشارة الدخل عند النقطة Out بعد أن قمنا بالمعايرة.
- قم بتوصيل الأجهزة وفق الشكل٢.
- قم بمعايرة جهاز العرض وتأكد من عمل كل الأجهزة.
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة
- قم بتشغيل التجربة وسجل قيمة الجهد التي حصلت عليها عن طريق الملتيمتر Multimeter ويجب الاحتفاظ بقيمة الجهد في حالة عدم وجود التشويش z=0 لمقارنتها بحالة وجود تشوييش z=5v



الشكل ٢ : توصيل التجربة

تسجيل النتائج

انطلاقا من لوحة المحاكاة : نوصل xt بجهاز القياس المتعدد Multimeter لقياس الجهد (V) ونوصل Com بالأرضي⊥ ثم خرج(out) مولد الإشاراتFunction Generator بالدخل yt ونوصل الأرضي بالأرضي. ⊥

الآن يمكنك البحث عن استجابة نظام في حالة التحكم بالدائرة المفتوحة. وهي في هذه الحالة تتمثل في التحكم في درجة حرارة نظام عند حدوث تشويش خارجي. وللقيام بهذه العملية ، نشغل النظام المتحكم فيه عند درجة حرارة دخل ° =٦٠ υ درجة مئوية ، ثم مثل التشويش بتشغيل المروحة.

Z = 0 V → U= V

Z= 5 V → U= V

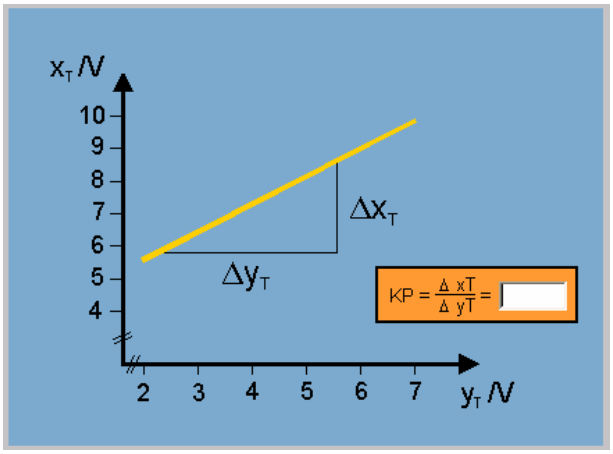
علاقة تغير قيم درجة الحرارة (المحور y) بتغير قيم الجهد(المحور x) هي علاقة خطية.

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

تغير قيمة y	٣٠	٣٥	٤٠	٥٠
تغير قيمة x				

- ارسم هذه العلاقة. يدويا وما هي ملحوظاتك؟
- استخدم راسم Com3Lab لرسم هذه العلاقة.

هل يمكن تغيير سرعة المروحة ؟ و كيف يتغير الانحراف؟ يزداد أم يتناقص؟



الشكل ٣: حساب الميل

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

$$\frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} = m$$

$$y_1 = m(x_1 - x_0) + y_0$$

حيث $m = \frac{\Delta x}{\Delta y}$

حيث إن:

m : تمثل الميل

y_1, y_0 : تمثلان تغير درجة الحرارة

x_1, x_0 : تمثلان الجهد.

مثال:

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

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

التحكم بالدائرة المفتوحة:

ملخص

التجربة تبين أن تأثير التشويش (تشغيل المروحة) يؤدي إلى انحراف درجة الحرارة عن مسارها المرغوب.

الانحراف يتغير بتغير سرعة المروحة. والدائرة المفتوحة لا تقاوم التشويش أو إزاحته.

تقرير التجربة الأولى

اسم المتدرب: رقم المتدرب: التاريخ:

المناقشة والأسئلة:

١ -

احسب دالة التحويل من القانون:

$$G(s) = \frac{X(s)}{Y(s)}$$

سجل قيم G(s) في الجدول التالي:

Y(s) قيمة الدخل	*1/S*	*1/S*	*1/S*	*1/S*
X(s)قيمة الخرج	*S*	*S +1*	*2S*	*2*
G(s) دالة التحويل				

ماذا تمثل دالة التحويل G(s) في كل حالة؟

- -

- -

- -

٢ -ارسم مخطط توصيل التجربة على شكل مخطط صندوقي له دخل y(s) وخرج x(s) ودالة تحويل G(s). ماذا يمثل الدخل في هذه الحالة وماذا يمثل الخرج؟

- -
- -
- -

٣ - اذكر أمثلة للتشويش(الاضطراب) التي يمكن أن تؤثر على عمل الحلقة المفتوحة.

---

٤ - عرف التحكم في القيم الثابتة:

---

٥ - عرف التحكم في القيم المتغيرة.

---

٦ - عرف التحكم بالمتابعة.

- -
- -
- -
- - - -

٧ - عرف التحكم في البرنامج.

- -
- -
- -

٨ -عرف التحكم في النسبة.

---

٩ -عرف دالة الخطوة في حالة عدم وجود تأخر وفي حالة وجود تأخر.

- -
- -
- -

١٠ - ماذا يسمى النظام عندما يكون الدخل إشارة قفزة؟

---

١١ - عرف التحكم في العملية.

---

١٢ -عرف الضبط الأوتوماتيكي(الآلي).

---

١٣ - عرف الآلة المؤازرة.

- -

- -

- -

- - - - - - - - - - - -

ملحوظاتك العامة:

هل تأكدت من تأثير التشويش أو من عدم تأثيره في حالة التحكم بحلقة مفتوحة.
استخدم قيم الجهد التي حصلت عليها في حالة عدم وجود التشويش وفي حالة وجود التشويش:

الأسئلة

سؤال١:

أي العبارات التالية صحيحة؟

١. عملية التحكم بالحلقة المغلقة أقل حساسية للتشويش من عملية التحكم بالحلقة المفتوحة.
٢. تحتاج عملية التحكم بالحلقة المغلقة عادة إلى حساس لقياس المتغيرة المتحكم فيها.
٣. عملية التحكم بالحلقة المفتوحة تحتاج لتنفيذها إلى توصيلات أكثر من الحلقة المغلقة.

سؤال٢:

من بين العناصر التالية ما هي التي يمكن أن تظهر في حلقة تحكم مفتوحة:

١. المشغل
٢. وحدة تحكم
٣. حاكم
٤. حساس

تقنية التحكم الآلي - عملي

التحكم بالدائرة المغلقة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الثانية : التحكم بالدائرة المغلقة

التجربة الثانية

التحكم بالدائرة المغلقة

Closed Loop Control

التحكم بالدائرة المغلقة

هيكل الدائرة المغلقة

عكس الدائرة ذات الحلقة المفتوحة، الدائرة ذات الحلقة المغلقة تحتوي على عملية تحكم مغلقة ، حيث تقارن القيمة المحددة عند الدخل بخرج النظام(القيمة الحالية) عن طريق تغذية خلفية. الفرق(الخطأ) بين الدخل وقيمة التغذية الخلفية يعطينا فرقا يمكن التحكم فيه لتشغيل النظام تشغيلا صحيحا والتقليل من (الخطأ) . والرسم المرافق يبين مبدأ عمل الحلقة المغلقة أو التحكم آليا في درجة حرارة غرفة. والمتغيرة المتحكم فيها هنا هي درجة حرارة الغرفة.

التحكم بالدائرة المغلقة:

تأثير التشويش:

عند ظهور تشويش في الحلقة المغلقة (فتح نافذة مثلا) تنخفض درجة الحرارة فجأة. لكن بما أن درجة حرارة الغرفة معروفة فإن الحاكم يسجل مباشرة هذا التغير(الانحراف) بين درجة الحرارة المثبتة عند الدخل والقيمة الحالية ويعمل على رفع درجة الحرارة بفتح الصمام.

التحكم بالدائرة المغلقة

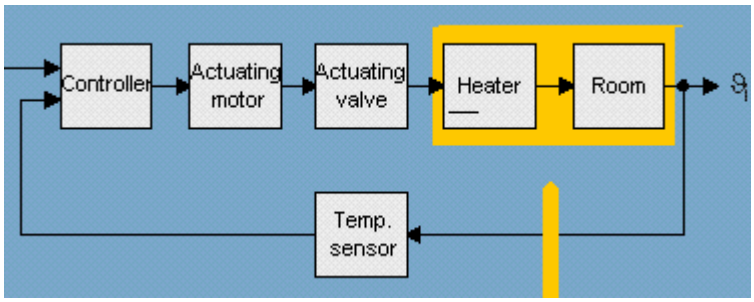
النظام المتحكم فيه والمتغيرة المتحكم فيها

العنصر الأساسي في دائرة التحكم هو العملية (process)المراد التحكم فيها والمسماة أيضا النظام المتحكم فيه أو ببساطة النظام. وفي هذا المثال يتمثل النظام المتحكم فيه من التآلف بين السخان والغرفة. متغيرة خرج النظام المتحكم فيه (المتغيرة المتحكم فيها) أي درجة حرارة الغرفة يرمز لها في الشكل المرافق ب y.

التحكم بالدائرة المغلقة

مبدأ التغذية الخلفية

يرتكز مبدأ التحكم الآلي على قياس المتغيرة المتحكم فيها وتغذيتها خلفيا(عكسها نحو الدخل) بما يسمى دائرة التغذية الخلفية. وهذا يسمح بمقارنة مستمرة بين قيمة نقطة الدخل والقيمة الحالية الصحيحة بحيث يسمح الفرق بين الاثنين للحاكم controller بتصحيح أي انحراف وتوجيه النظام للعمل



نظام تحكم ذو حلقة مغلقة

التحكم بالدائرة المغلقة

المشغل والمتغيرة المعالجة

بما أن الحاكم عادة يولد إشارة قدرة ضعيفة لتوجيه النظام المتحكم فيه يجب استعمال وصلة بينية لتحويل الإشارة بدقة. تنسب هذه الوصلة للمشغل. في هذا المثال تتكون من محرك الوضع وصمام التحكم . خرج المشغل يسمى المتغيرة المعالجة. وتمثل متغيرة دخل النظام المتحكم فيه (السخان - والغرفة).

التحكم بالدائرة المغلقة

الحاكم وإشارة الخطأ

الحاكم يحوي الجزء الذكي من دائرة التحكم على شكل خوارزمية تحكم. ويحتوي على المقارن وعنصر التحكم الأمامي والمسمى الحاكم (أو المتحكم). وانطلاقا من الانحراف أو الفرق بين الدخل(المرجع) ومتغيرة التغذية الخلفية الذي يمثل الخطأ يتمكن الحاكم من تحديد تحكم مناسب للمشغل الموجود بداخل الدائرة. ويقوم المقارن بمقارنة القيم المطلوب تحقيقها التي تم وضعها عن طريق جزء الضبط مع القيم المقاسة (إشارات التغذية المرتدة) فنحصل على فرق(الخطأ). والحاكم يحدد مجال عمله انطلاقا من قيمة الخطأ التي يحصل عليها.

التحكم بالدائرة المغلقة

الحساس ومتغيرات التشويش

عنصر القياس المسمى: الحساس يقيس المتغيرات الفيزيائية x (الحرارة، والسرعة، والضغط،.....) ، لتوليد إشارة قياس مناسبة ليعمل بها الحاكم. وتسمى أيضا متغيرة التغذية الخلفية (r) . وعادة تكون على شكل إشارة كهربائية، جهد أو تيار. وتقارن هذه المتغيرة بمتغيرة الدخل(w) التي يجب أن تكون من نفس الوحدة(كهربائية مثلا). التشويش (z) يمكنه التأثير على النظام.

التحكم بالدائرة المغلقة

البنية المختصرة للحلقة المغلقة

عادة يهمل المشغل وعنصر القياس وذلك باعتبار أن مهمتيهما تنسبان للحاكم أو النظام المتحكم فيه. وهذا لتبسيط بنية الحلقة المغلقة(كما نلاحظ في الشكل الأسفل) ، انطلاقا من الشكل الأصلي للحلقة المغلقة(الشكل العلوي). في الشكل المختصر إشارة الخطأ(e) تحسب مباشرة من الفرق بين إشارة الدخل Reference(المرجع) w المتحكم فيها x (القيمة الحالية).

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على :

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- كيفية التحكم بحلقة مغلقة.
- كيفية الحصول على دالة التحويل في حالة التحكم بحلقة مغلقة.
- تأثير التشويش على الحلقة المغلقة.

الأجهزة والمكونات

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

خطوات إجراء التجربة

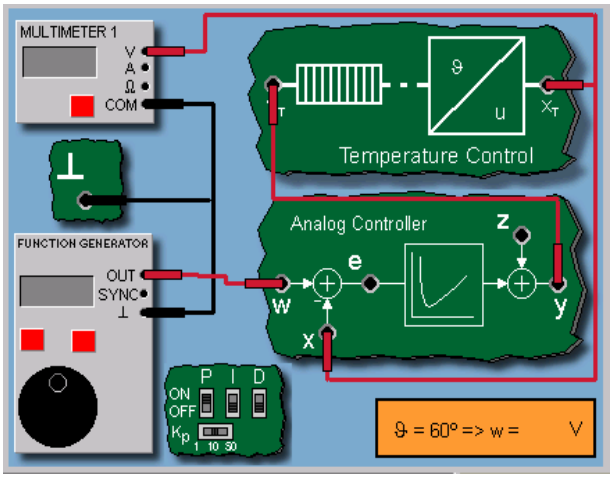
- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.

بعد المعايرة اضبط قيمة دخل الوحدة المتحكم فيها بواسطة مولد إشارة الدخل عند النقطة Out..

- قم بتوصيل الأجهزة وفق الشكل ١ -١
- قم بمعايرة جهاز العرض وتأكد من عمل كل الأجهزة.
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة وسجل قيمة الجهد التي حصلت عليها عن طريق الملتيمتر Multimeter ويجب الاحتفاظ بقيمة الجهد في حالة عدم وجود التشويش z=0 لمقارنتها بحالة وجود تشويش z=5v

تسجيل النتائج

اكتب النتائج التي قرأتها على جهاز قياس الجهد Multimeter .



الشكل ١ -٢: توصيل التجربة في حالة الحلقة المغلقة

التحكم بالدائرة المغلقة

توصيل التجربة

الآن نريد معرفة استجابة دائرة التحكم في درجة الحرارة باستعمال تشويش(تشغيل المروحة) والمقارنة مع نتائج التجربة في حالة الحلقة المفتوحة.

أولا نستعمل حاكم تناسبي تماثلي(Analog P Controller) قيمة المعامل التناسبي: Kp = 10 .

الشكل المجاور يظهر مبدأ التحكم بالحلقة المغلقة. هنا أيضا نستعمل إشارة الدخل (المرجع) $\upsilon = 60^{o}$

كما سبق في نظام الحلقة المفتوحة : انطلاقا من لوحة المحاكاة : نوصل xt بجهاز القياس المتعدد Multimeter لقياس الجهد (V) ونوصل Com بالأرضي $\perp$ ثم خرج(out) مولد الإشارات Function Generator بالدخل w كما نوصل التغذية الخلفية يعني نوصل الخرج xt لدرجة الحرارة بالمقارن عند الإشارة السالبة x وبذلك نحصل على الخطأ e. هذا الخطأ e سوف يحث الحاكم التماثلي (هنا اخترنا حاكما تناسبيا بقيمة Kp = 10) . خرج الحاكم يضاف إلى قيمة التشويش z ليعطي الخرج y الذي يغذي النظام المتحكم فيه (التحكم في درجة الحرارة). نلاحظ أن الحاكمين I و D ملغيان(غير مؤثرين في هذه التجربة). ونوصل الأرضي بالأرضي. $\perp$

نحدد قيمة w باعتبار قيمة $\upsilon = ٦٠^{o}$ درجة مئوية.

$V = \upsilon ٦٠^{o} \quad w =$

عند استعمال التشويش z نوصل V٥ بالدخل ys للمحرك M)).

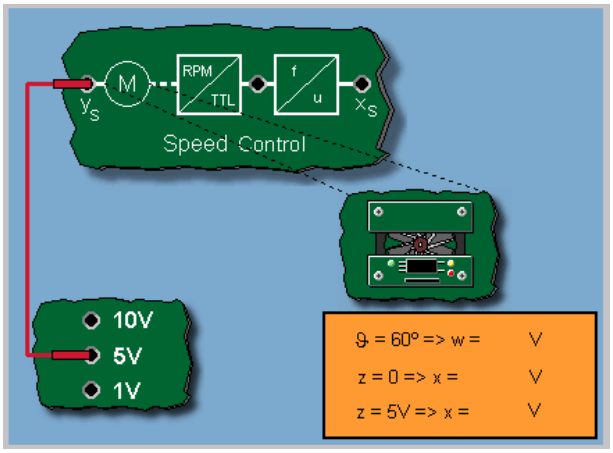
$V = \upsilon ٦٠^{o} \quad w = \quad \rightarrow \quad ^{o}$

$V \quad x = \quad \rightarrow \quad z = 0$

$V \quad x = \quad \rightarrow \quad z = 5V$

ما ملحوظاتك؟

هل يمكن تغيير سرعة المروحة ، كيف يتغير الانحراف؟ يزداد أم يتناقص؟



الشكل ٢ -٢: توصيل المروحة.

التحكم بالدائرة المغلقة

مختصر

عند استعمال حاكم تناسبي(P Controller)، نلاحظ أن قيمة الدخل لا يمكن الحصول عليها بدقة. بل نجد فارقا (إشارة خطأ) بين الدخل والخرج. بعكس الحلقة المفتوحة، الحلقة المغلقة تقاوم التشويش وتعمل على إزاحته تقريبا. وهذا يتم عن طريق التغذية الخلفية (حساب الفرق بين الدخل والتغذية الخلفية). وهذا هو مبدأ الحلقة المغلقة أو التغذية الخلفية.

تقرير التجربة الثانية

اسم المتدرب: _____ رقم المتدرب: _____ التاريخ: _____

المناقشة والأسئلة:

١ -عرف العنصر التناسبي.

---

٢ - عرف العنصر التكاملي.

---

٣ -ارسم مخطط التوصيل للتحكم في درجة الحرارة على شكل مخطط صندوقي له دخل وخرج.

---

٤ - ماذا يمثل الدخل في هذه الحالة وماذا يمثل الخرج؟

---

٥ - اكتب الفرق بين الدخل والخرج في حالة حلقة مغلقة ذات تغذية خلفية.

---

٦ - إذا كان الفرق هو الخطأ. فماذا يعني أن الخطأ يساوي الصفر.

---

٧ - ما هو وضع الحساس في حالة الحلقة المغلقة؟

---

٨ -ماذا يعني حلقة ذات تغذية خلفية تساوي الواحد؟

---

٩ - اكتب قانون دالة التحويل في حالة الحلقة المغلقة.

---

١٠ - قارن بين الحلقة المفتوحة والحلقة المغلقة من جميع النواحي المذكورة في حقيبة النظري وكذلك مذكرة العملي.

ملحوظاتك العامة:

سؤال:

أي من العبارات التالية والخاصة بالحلقة المغلقة خاطئة؟

١. الحلقة المغلقة تحوي عادة تغذية خلفية.
٢. إذا تساوت قيمتا إشارة الدخل والمتغيرة المتحكم فيها فإن إشارة الخطأ تكون سالبة.
٣. متغيرة المرجع هي إشارة الدخل نفسها للحلقة المغلقة.
٤. المتغيرة المعالجة هي إشارة الدخل للنظام المتحكم فيه.

تقنية التحكم الآلي - عملي

تحليل منظومة التحكم

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الثالثة : تحليل منظومة التحكم

التجربة الثالثة

تحليل النظم المتحكم فيها

Analysis Of Controlled Systems

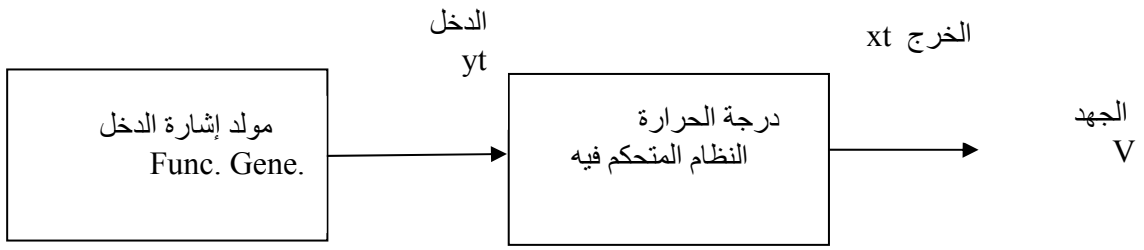
الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على :

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- استجابة الخطوة.
- استجابة حالة الاستقرار.
- المواصفات الستاتيكية.
- مواصفات الراسم.

الأجهزة والمكونات

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



مخطط تحليل النظم المتحكم فيها

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات واجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.
- اضبط قيمة دخل الوحدة المتحكم فيها بواسطة مولد إشارة الدخل عند النقطة Out بعد أن قمنا بالمعايرة(توصيل النقطتين sense و٧).
- قم بتوصيل الأجهزة وفق الشكل٢.
- قم بمعايرة جهاز العرض وتأكد من عمل كل الأجهزة.
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة
- قم بتشغيل التجربة وسجل قيمة الجهد التي حصلت عليها عن طريق الملتيمتر Multimeter وهو يمثل الخرج xt بعد كل تغيير للدخل yt. وعند إجراء القياسات يجب ترك القيم المسجلة حتى تستقر.
- ارسم قيم الخرج yt بدلالة قيم الدخل xt.
- بين من خلال الراسم وبالحساب أن العلاقة بين الدخل والخرج خطية.

تحليل النظم المتحكم فيها

تحليل النظام المتحكم فيه

مهمة مهندس التحكم الآلي هو تصميم حاكم عملي ودقيق للنظام المراد التحكم فيه. وللوصول إلى هذا الهدف يجب أولا تحليل النظام المراد التحكم فيه. وتتم هذه العملية بتطبيق إشارة اختبار عند دخل النظام المراد التحكم فيه ومراقبة إشارة الخرج الناتجة. والشكل المرافق يبين بعض إشارات الاختبار التي يمكن استعمالها. والإشارة الأكثر استعمالا هي إشارة الخطوة(الخطوة) step function . والإشارات المذكورة والتي يمكن استخدامها هي: إشارة الخطوة(الخطوة) step Function، وإشارة الانحدار Ramp Function، وإشارة النبضة Pulse Function، وإشارة الجيب Sine Function. ويتم اختيار هذه الإشارات من مولد الإشارات Function Generator ويمكن تغيير سعة الإشارة بتدوير الدائرة السوداء الموجودة تحت مولد الإشارات.

تحليل النظم المتحكم فيها

استجابة الخطوة

تسمى استجابة النظام المتحكم فيه باستجابة الخطوة أو الخطوة عندما تكون إشارة دخل النظام إشارة خطوة. ونوعية منحنى الاستجابة ، عندما تكون إشارة الدخل إشارة خطوة، وتعطي معلومات عن مواصفات النظام المتحكم فيه. والشكل المرافق يمثل بعض الاستجابات لبعض النظم عندما تكون إشارة الدخل إشارة خطوة.

تحليل النظم المتحكم فيها

استجابة حالة الاستقرار

الشكل المرافق يبين الفرق بين الاستجابة الديناميكيةDynamic (الاستجابة الزمنية) والاستجابة الساكنة(الستاتيكية)Static أو ما يسمى بالاستجابة في حالة الاستقرار للنظم. هذه الأخيرة (الستاتيكية) تمثل بالقيمة النهائية لحالة الاستقرار (xo) لمتغيرة الخرج. وهي القيمة التي يستقر

عندها النظام بعد المرور بمرحلة التغير أو العابرة(Transient). نسبة الخرج على الدخل xo/yo تسمى معامل التناسبKp للنظام المتحكم فيه أو عادة ما يرمز لها ب . Ks

تحليل النظم المتحكم فيها

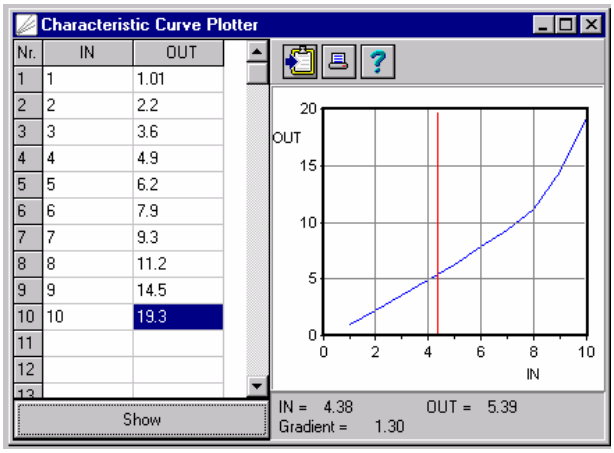
المواصفات الستاتيكية

عند حساب النسبة x0/yo لعدة نقاط عملية (أي تعيين السعة yo التي تمثل استجابة الخطورة) للنظام المتحكم فيه، ورسم العلاقة بين yo و xo (كما هو مبين بالشكل) سوف نحصل على الخاصية الستاتيكية للنظام. **إذا كانت الاستجابة خطية، فإن النظام يسمى استاتيكي**.

تحليل النظم المتحكم فيها

مواصفات الراسم

مواصفات راسم Com3Lab تسمح بعرض مواصفات دالة التحويل على شكل جدول ثنائي القيم تمثل العلاقة بين الدخل والخرج. ويمكن تعيين الميل في كل نقطة بقياس xo و yo وحساب النسبة xo/yo.

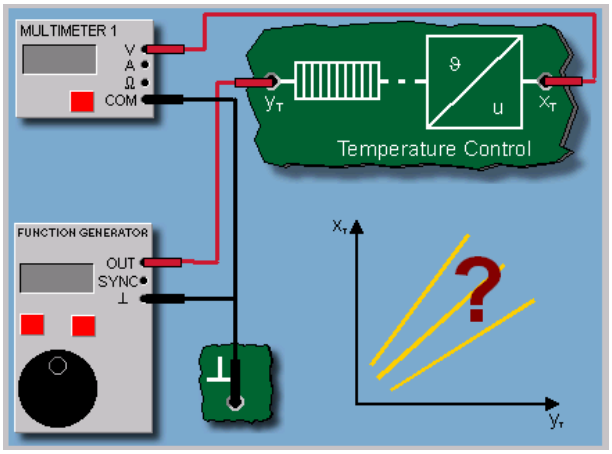


الشكل ١: مواصفات الراسم

تحليل النظم المتحكم فيها

توصيل التجربة

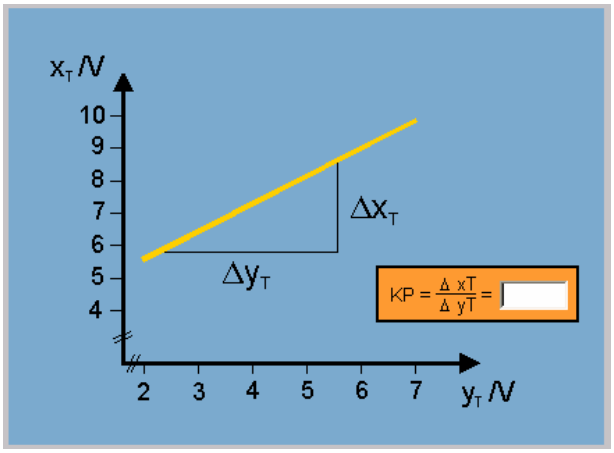
الآن، يمكن تعيين المواصفات الستاتيكية لنظام التحكم في درجة الحرارة. للقيام بهذه العملية يجب تعيين القيمة النهائية لحالة الاستقرار للجهد عند خرج الحساس(عند قاعدة التوصيل xt) بدلالة دخل النظام المتحكم فيه(عند قاعدة التوصيل yt) وترسم بواسطة الراسم . وهكذا يمكن رسم xt بدلالة yt.



الشكل ٢ : توصيل التجربة

تحليل النظم المتحكم فيها

نتيجة منحنى مواصفات نظام التحكم في درجة الحرارة يكون خطيا أو قريبا من الخطي في المنطقة المرسومة. والنظام له نفس معامل التناسب Kp لكل نقاط التشغيل. لكن الخط لا يمر بنقطة الصفر.السبب هو أنه عندما يكون yt=0 يظهر جهد xt > 0 عند النقطة xt. وكنتيجة يمكن تعيين kp انطلاقا من الميل الخطي: Δxt/Δyt



الشكل ٣: العلاقة الخطية بين الدخل والخرج.

تحليل النظم المتحكم فيها

الاستجابة الديناميكية

الاستجابة الديناميكية(الاستجابة الزمنية) للنظام المتحكم فيه، تتميز بالاستجابة العابر بين قيمتي البداية والنهاية للخرج بعد تغيير إشارة الدخل. وعادة النظم الفنية لا تعطي استجابة مباشرة للتغيرات عند الدخل إلا بعد زمن تأخير. ولهذا تسمى نظم تحكم متأخرة زمنيا . وسوف ندرس النظم المتأخرة زمنيا خطيا.

تحليل النظم المتحكم فيها

رتبة النظم المتأخرة زمنيا

أهم ميزة أي نظام متحكم فيه هي رتبة تأخيره زمنيا. وهذه تحدد بعدد الآلية المستقلة لتخزين الطاقة المرتبطة بالنظام الكلي. في النظم الكهربائية هذه الآلية أو العناصر هي المقاومات والمكثفات.أما في النظم الميانيكية فهذه تكون إما الكتلة أو اللولب(الزمبرك). كلما زادت رتبة التأخر الزمني تقل سرعة استجابة النظام المتحكم فيه لتغيرات إشارة الدخل. تتوقف دقة نظام التحكم الآلي على معرفة خصائص الوحدة العملية المتحكم فيها واختبار الحاكم المناسب لها و كذلك تأثيرات التحكم المطلوبة. يمكن أن يتغير الدخل زمنيا والمتطلب من الحاكم أن يتغير أيضا زمنيا. نتيجة تغير الدخل تحصل عملية الاسترجاع الذاتي Self Recovery أو ما يسمى بالتنظيم الذاتي Self Regulation أي أنها بعد فترة زمنية عابرة تعود لحالة الاستقرار ما عدا حالات تخص تنظيم المستوى.

العملية الصناعية أو العملية المتحكم فيها لها ثلاثة بارمترات Parameters هي:

Tu زمن تأخير العملية Delay Time

Tg الثابت الزمني Time Constant

Ks معامل الكسب Gain

كلما كانت النسبة Tu/Tg كبيرة كلما كانت عملية التحكم صعبة ومكلفة.

وبضبط هذه البارمترات الثلاثة معا أو اثنين معا أو على الأقل واحدا منها يمكن أن نكون تآلفا بين العملية المتحكم فيها والحاكم والوصول بالعملية إلى وضع استقرار والحصول على المتطلبات الديناميكية المطلوبة مثل زمن الاستقرار Ts : settling Time والتعدي Overshoot والدقة Accuracy..لكن، هذه البارمترات الثلاثة تعتمد على تركيبة الآلة أي العملية المتحكم فيها. فكلما كانت معرفة قياس هذه البارمترات بدقة قبل اختيار الحاكم المناسب كلما كان نظام التحكم دقيقا. وتتوقف دقة نظام التحكم على معرفة مواصفات الوحدة المتحكم فيها واختيار الحاكم المناسب لها وكذلك تأثيرات التحكم المطلوبة. فمعظم متطلبات نظم التحكم في العمليات الصناعية يمكن الحصول عليها باستخدام الحاكم ذي التأثير التناسبي التكاملي PI Controller . وفي حالة نظم التحكم البطيئة والتي لها زمن تأخير(تأخير) صرف Pure Delay Time كما هو الحال في التحكم في درجات الحرارة فيمكن استخدام الحاكم ذي التأثير التفاضلي D : Derivative Controller لتحسين أداء التحكم. ويفضل عدم استعمال الحاكم التفاضلي في حالات التغير النبضي Pulsating Systems مثل نظم الضغط والتدفق للهواء و السوائل.

تقرير التجربة الثالثة

اسم المتدرب: رقم المتدرب: التاريخ:

المناقشة والأسئلة:

١ - عندما تكون إشارة الدخل خطوة:هل تكون استجابة نظام ذي تأخير من الرتبة الأولى خطية أم منحنى؟ ولماذا؟

٢ - تكون إشارة الدخل خطوة:كيف يصبح خرج أو استجابة نظام ذي تأخير من الرتبة الأولى بعد مرور زمن معين؟

٣ - يتطابق الثابت الزمني T مع الزمن الذي تصل عنده قيمة الخرج إلى ٦٣,٢٪ من القيمة النهائية. حاول رسم تفسير لهذا القانون.

سؤال:

ما هي استجابة النظام التي توصف بالستاتيكية؟

١ -الاستجابة الديناميكية؟

٢ - استجابة حالة الاستقرار؟

سؤال:

ما هو أفضل وصف للمنحنى المسجل.

١. يتنازل خطيا أو تقريبا خطيا.
٢. يتزايد خطيا أو تقريبا خطيا.
٣. يؤول إلى مستوى ثابت أو تقريبا ثابت.
٤. لها قيمة انقطاع مختلفة.

تقنية التحكم الآلي -عملي

النظم المتحكم فيها بالتعويض

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الرابعة : النظم المتحكم فيها بالتعويض

التجربة الرابعة

النظم المتحكم فيها بالتعويض

Controlled Systems With Compensation

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- نظام من الرتبة الأولى ذي عنصر تأخير زمني PT1 .
- الثابتة الزمنية لنظام من الرتبة الأولى ذي تأخير زمني.
- التحكم في نظام ضوئي.
- كيف يستجيب النظام المتحكم فيها ضوئيا لتغير قيم إشارة الخطوة Step Function.
- نظام متحكم فيه بحاكم تناسبي P.
- مقارنة إشارتي راسم الذبذبات على القناتين Y1 و y2.
- كيف يمكن استنتاج أن نقرب النظام المتحكم فيها ضوئيا بعملية تحكم تناسبي.

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- مولد إشارة Function Generator
- وحدة متحكم فيها ضوئيا (Light Controlled Unit)
- جهاز راسم ذبذباتOscilloscope.

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك 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 وفق الشكل١.
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة وسجل إشارتي القناتين Y1 و Y2 على راسم الذبذبات.
- سجل ملحوظاتك.

النظم المتحكم فيها بالتعويض

نظم ذات تعويض

عند استعمال إشارة متغيرة شبه إشارة خطوة عند دخل النظام يؤول خرج النظام إلى قيمة ثابتة(قيمة نهائية لحالة استقرار) وهذا ما يعرف بنظام تحكم بتعويض. النظم الخطية من الرتبة الأولى تسمى النظم ذات عنصر تأخر زمني من الرتبة الأولى PT1 . لأنها تعطي استجابة ذات مدلول تناسبي (P) واستجابتها الديناميكية تتميز بثابتة زمنية. وكمثال على هذا النوع من النظم، نظام (مقاومة -مكثف) (RC System).

النظم المتحكم فيها بالتعويض

نظام من الرتبة الأولى ذو عنصر تأخير زمني(PT1)

استجابة نظام من الرتبة الأولى ذي تأخير زمني عندما تكون إشارة الدخل إشارة خطوة (كمحنى شحن مكثفة) تكون الاستجابة على شكل دالة أس . والثابتة الزمنية (T1) لهذا العنصر تحدد بالقيمة الحادة(الضيقة) البدائية للاستجابة الزمنية. وهي تمثل قياس سرعة النظام المتحكم فيه. بعد مرور الزمن

(T1) تكون الاستجابة قد قطعت ٦٣٪ من القيمة النهائية للاستقرار، وهذا ما يسمح بقياس الثابتة الزمنية.

النظم المتحكم فيها بالتعويض

الثابتة الزمنية لنظام من الرتبة الأولى

ذي عنصر تأخير زمني(PT1)

في عنصر مقاومة -مكثف RC تحسب الثابتة الزمنية بحاصل ضرب المقاومة x المكثفة.

T1 = R x C كلما كانت قيمة الثابتة الزمنية كبيرة كلما زاد زمن وصول قيمة خرج النظام إلى حد معين.

النظم المتحكم فيها بالتعويض

راسم استجابة الخطوة

راسم استجابة الخطوة في النظام Com3Lab يسمح برسم الاستجابة تلقائيا باستعمال قنوات راسم الذبذبات ومولد الإشارات بدون تشغيل، تحديدا ، هذين الجهازين. فقياسات الراسم ودوال التماس تسمح بتحليل القيم المسجلة وهذا ما يسمح بتحديد البارمترات(المعاملات) المهمة الخاصة بالنظام.

النظم المتحكم فيها بالتعويض

تحديد قيمة الثابتة الزمنية

في التجربة التالية عليك أن تحدد معامل العملية التناسبية Kp والثابتة الزمنية T1 لعنصر من الرتبة الأولى ذي زمن تأخير انطلاقا من استجابة النظام لدخل على شكل إشارة خطوة. لهذا النظام من الرتبة الأولى ذي التأخير الزمني(PT1)، نستعمل العناصر الإلكترونية الموضحة على اللوحة. وهذا النظام ممثل بدائرة إلكترونية على شكل مكبر عمليات.

النظم المتحكم فيها بالتعويض

نظام متحكم فيه بحاكم تناسبي P

كل النظم الحقيقية يؤثر فيها التأخر(التباطؤ) الزمني. لكن بعض الوقت يكون زمن التأخير قصيرا جدا وهذا يعني أن الثوابت الزمنية صغيرة جدا بحيث يمكن تجاهلها. هذه النظم أو العمليات تظهر استجابة ذات نشاط(إجراء) تناسبي محض(بحت)، وتسمى في هذه الحالة :نظم متحكم فيها بمعامل تناسبي P Controlled Systems. واستجابة النظام التناسبي لإشارة خطوة عند الدخل تعطي دالة خطوة.

النظم المتحكم فيها بالتعويض

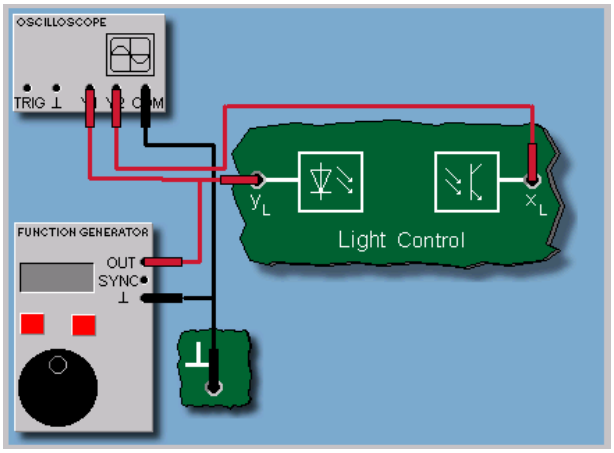
نظام متحكم فيه ضوئيا

النظام المتحكم فيه بالضوء المعروض في ComLab3 يتكون من دايود (نبيطة ثنائية) LED كمصدر ضوئي. والضوء المنبعث من الدايود ينعكس على صفيحة(لوح) انحراف ويمتص من طرف ترانزستور ضوئي، ويحول إلى جهد مناسب. دخل النظام المتحكم فيه هو الجهد YL عند دخل الدايود. والخرج هو الجهد XL عند الترانزستور الضوئي.

النظم المتحكم فيها بالتعويض

توصيل التجربة

في التجربة التالية نعين استجابة النظام المتحكم فيه ضوئيا. ونستنتج من هذه الاستجابة نوع النظام. وبما أن الحد الأعلى للبوابة ٢ فولت، فإن تغير الخطوة يصل إلى نقطة عمل تقريبا ٣فولت.



الشكل ١: توصيل التجربة المتحكم فيها ضوئيا

النظم المتحكم فيها بالتعويض

نتيجة

النظام المتحكم فيه ضوئيا يستجيب لتغير الدخل (الخطوة) بدون زمن تأخير تقريبا. وقيمة الثابتة الزمنية تكون أقل من ١٠ملي ثانية وتصعد أعلى من الاستجابة الزمنية للدايود والاستجابة الزمنية للترانزستور الضوئي، وهذا يعني أن هذه القيمة يمكن إهمالها في الحالات العملية عند استعمال الحلقة المغلقة. فالنظام المتحكم فيه ضوئيا يمكن اعتباره نظام تحكم تناسبي.

تقرير التجربةالرابعة

اسم المتدرب: رقم المتدرب: التاريخ:

المناقشة والأسئلة:

١ . ارسم وعرف في سطور عمل الدايود الضوئي.

١ . ارسم وعرف في سطور عمل الترانزستور.

ملحوظاتك العامة:

سؤال:

أي من العبارات التالية الخاصة بالنظم ذات الرتبة المتأخرة زمنيا صحيحة:

١. رتبة النظم المتأخرة زمنيا تساوي غالبا عدد نظم تخزين الطاقة.
٢. رتبة النظم المتأخرة زمنيا أكبر غالبا من عدد نظم تخزين الطاقة.
٣. رتبة النظم زمنيا أصغر غالبا من عدد نظم تخزين الطاقة.
٤. رتبة النظم المتأخرة زمنيا أصغر أو تساوي غالبا عدد نظم تخزين الطاقة.

تقنية التحكم الآلي - عملي

النظم المتحكم فيها مع زمن تأخير من الرتبة العالية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الخامسة : النظم المتحكم فيها مع زمن تأخير من الرتبة العالية

التجربة الخامسة

النظم المتحكم فيها مع زمن تأخير من الرتبة العالية

Controlled Systems With Time Delay of a Higher Order

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على :

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- معاملات العناصر مع زمن تأخير من الرتبة العالية.
- تعريف المعاملين: Tu وTg

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- مولد إشارة Function Generator
- وحدة متحكم فيها (Controlled Unit)PT1 , PT2
- جهاز راسم ذبذبات.

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.
- اضبط قيمة دخل الوحدة المتحكم فيها بواسطة مولد إشارة الدخل عند النقطة Out بعد أن قمنا بالمعايرة.

- قم بتوصيل الأجهزة وفق الصورة١.
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة
- قم بتشغيل التجربة وسجل قيمة الجهد التي حصلت عليها عن طريق الملتيمتر Multimeter

النظم المتحكم فيها مع زمن تأخير من الرتبة العالية

نظام متحكم فيه مع زمن تأخير من الرتبة العالية

النظم ذات التأخر الزمني من الرتبة العالية بتعويض يرمز لها هنا PT_2 أو PT_3 أو بصفة عامة PT_n Elements ، حيث n يرمز إلى رتبة النظام. فإذا احتوى النظام آلية تخزين الطاقة ذات أنواع مختلفة(مكثفات، وملفات في الدوائر الكهربائية أو اللولب والكتل في الدوائر الميكانيكية)، فإن النظام يصبح قابلا للتذبذب بسبب تبادل الطاقة بين عناصره الإلكترونية أو الميكانيكية.

النظم المتحكم فيها مع زمن تأخير من الرتبة العالية

معاملات(بارمترات) لعناصر مع زمن تأخير من الرتبة العالية (PT_n)

من الطبيعي أنه لا يمكن استخدام الاستجابة الزمنية للحصول على زمن تأخير من الرتبة (n) للنظام أو التحديد بدقة الثوابت الزمنية لعنصر PT_n)) لذلك يجب استعمال طريقة بسيطة لتحديد عناصر بديلة لتمييز العنصر. هذه العناصر البديلة والتي تميز العنصر هي: زمن التأخير (T_u) وزمن التعويض(T_g). هذان المعاملان يمكن قراءتهما من الاستجابة الزمنية مباشرة بتطبيق قاعدة المماس المار من نقطة الانعطاف.

النظم المتحكم فيها مع زمن تأخير من الرتبة العالية

تعريف المعاملين (T_u) و (T_g)

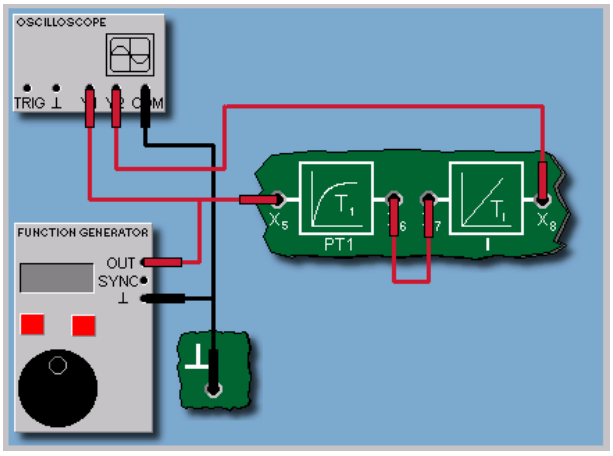
زمن التأخير Tu هو الزمن الممتد بين نقطتي بداية إقلاع استجابة الخطوة ونقطة تقاطع مماس الاستجابة المار من نقطة الانعطاف مع محور الزمن. وهو ما يعرف بقياس سرعة الاستجابة. فزمن التعويض Tg هو الزمن الممتد بين نهاية زمن التأخير Tu والزمن الموافق لنقطة تقاطع المماس المار من نقطة الانعطاف مع نهاية استجابة الخطوة xo (أي إشارة الدخل). و Tg هو زمن استغراق الاستجابة العابرة Transient Response.

النظم المتحكم فيها مع زمن تأخير من الرتبة العالية

توصيل التجربة:

زمن التأخير وزمن التعويض لنظام إلكتروني متحكم فيه ذي زمن تأخير من الرتبة الثانية (PT2) يجب أن يحدد بالتجربة. نحصل على النظام بتوصيل عنصرين من الرتبة الأولى(PT1) على التوالي من اللوحة الالكترونية.

دخل النظام المتحكم فيه هو دخل العنصر الأول (PT1) أي نقطة التوصيل X3 والخرج هو خرج العنصر الثاني(PT1) أي نقطة التوصيل X6.



الصورة ١: توصيلة تجربة النظم المتحكم فيها مع زمن تأخير من الرتبة العالية

تقرير التجربة الخامسة

اسم المتدرب: **رقم المتدرب:** **التاريخ:**

المناقشة والأسئلة:

١. هل توصيل العنصرين **PT2** و **PT1** كما هو واضح في الصورة يعني حاصل ضربهما أم حاصل جمعهما؟

٢. ما سبب تذبذب نظام مكون من عناصر تخزين الطاقة؟

ملحوظاتك العامة:

سؤال:

في عنصر مقاومة مكثفة RC ، إذا ضاعفنا قيمة المقاومة وقسمنا قيمة المكثفة على ٢ فإن:

١. تبقى الثابتة الزمنية على حالها.
٢. تتضاعف قيمة الثابتة الزمنية.
٣. الثابتة الزمنية تصبح ربع القيمة.

سؤال:

ما هي النظم المتحكم فيها التالية والتي تمثل تأخرا زمنيا؟

١. النظم التناسبية P (المتحكم فيها تناسبيا).
٢. PT1
٣. PT2
٤. النظم PTn

سؤال:

ما هو أفضل وصف لمنحنى متغيرة خرج العنصر IT1

١. ثابتة.
٢. تتزايد خطيا.
٣. بعد مرحلة عابرة قصيرة تتزايد خطيا.
٤. بعد مرحلة عابرة قصيرة تصبح ثابتة.

تقنية التحكم الآلي - عملي

النظم المتحكم فيها بدون تعويض

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة السادسة : النظم المتحكم فيها بدون تعويض

التجربة السادسة

النظم المتحكم فيها بدون تعويض

Controlled Systems Without Compensation

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- نظام متحكم فيه بدون تعويض مع تأثير عنصر تكاملي IT1 .
- معاملات العنصر التكاملي I
- كيف يمكن التأكد من أن تأثير الحاكم التكاملي يعطي خرجا متزايد زمنا رغم أن الدخل إشارة قفزة ثابتة.

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- مولد إشارة Function Generator
- وحدة متحكم فيها ضوئيا (Light Controlled Unit)
- جهاز راسم ذبذبات Oscilloscope.

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك 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 وفق الصورة١.
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة وسجل إشارتي القناتين Y_1 و Y_2 على راسم الذبذبات.
- سجل ملحوظاتك.

النظم المتحكم فيها بدون تعويض

تأثير العنصر التكاملي I

إذا تغير(Fluctuate) معامل خرج نظام عند تغيير شكل إشارة الدخل يعرف هذا النظام بنظام بدون تعويض System Without Compensation. وأبسط أنواع النظم بدون تعويض هو النشاط التكاملي. خرجه يظهر معدلا تصاعديا خطيا رغم أن الدخل ثابت.

كمثال على هذا هو الخزان (Tank)، حيث يزداد ارتفاع السائل (h) باستمرار عندما يكون التدفق(Inlet Q) حتى الفيض الزائد.

النظم المتحكم فيها بدون تعويض

معاملات العنصر التكاملي

قيمة الخرج X(t))للعنصر التكاملي تتناسب مع التكامل(أي المساحة A Area المحصورة بين محور الدخل y(t) ومحور الزمن (t) . لهذا السبب نسمي النظم المتحكم فيها بعنصر تكاملي بالنظم ذات النشاط أو التأثير التكاملي.الزيادة في الاستجابة للعنصر التكاملي ويسمى K_i معامل النشاط التكاملي. معكوس K_i وهو T_i يسمى زمن التكامل. فكلما زادت قيمة K_i تزداد سرعة الاستجابة.(Xt)

النظم المتحكم فيها بدون تعويض

النظم المتحكم فيها بدون تعويض

عند الربط بين العناصر والنظم المتحكم فيها بدون تعويض، نحصل على نظم بدون تعويض ذات تأخير زمني من الرتبة العالية. ربط العنصر PT1على التوالي مع الحاكم التكاملي I سوف يكون عنصرا IT1 .

عنصران PT1 وعنصر I يعطيان عنصرا PT2...وهكذا. إذا احتوى النظام عنصرا تكامليا واحدا تزداد الاستجابة خطيا كلما زاد الزمن. وفي حالة احتواء النظام على عنصرين تكامليين I.I فإن الاستجابة تكون على شكل منحنى من الدرجة الثانية.

النظم المتحكم فيها بدون تعويض

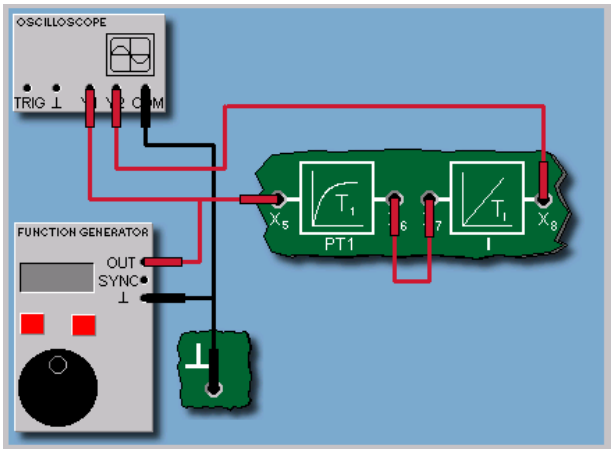
التجربة

الآن يمكنك تسجيل استجابة إشارة خطوة لعنصر تكاملي I وانطلاقا من هذه الاستجابة يجب تحديد معامل عملية التكامل Ki . وللقيام بهذه العملية استعمل العنصر التكاملي I من اللوحة الإلكترونية لجهاز ComLab3 والممثل بدائرة مكبر إلكتروني. وعناصر هذه الدائرة تستخدم لعكس الإشارة.

النظم المتحكم فيها بدون تعويض

توصيل التجربة

الآن بين الاستجابة الناتجة من العنصر IT1 والذي حصلنا عليه من توصيل عنصر التكامل I على التوالي مع العنصر PT1 على اللوح الإلكتروني.



الصورة ١ : توصيلة النظام المتحكم فيه بدون تعويض

النظم المتحكم فيها بدون تعويض

نتيجة

بعد عملية عابرة قصيرة ناتجة عن الثابتة الزمنية للعنصر PT1 ، يبدأ خرج العنصر IT1 في أخذ شكل منحنى بمعدل زيادة خطي. معدل تغير المنحنى ينتج من حاصل ضرب معامل تأثير التكامل Ki للعنصر التكاملي I ومعامل تأثير التناسب Kp للعنصر PT1.

النظم المتحكم فيها بدون تعويض

الإشارات المستعملة في المخططات الصندوقية في تكنولوجيا التحكم الآلي

عند اكتشاف حلقات التحكم على شكل صناديق يجب التعرف على عناصر التحويل بشكل واضح وبدون إشكالية. لذلك وتبعا لنظام قياسي لا يجب فقط كتابة نوع النظام (مثلا PT1) وإنما رسم استجابته عندما تكون إشارة الدخل خطوة(قفزة). وهذا يعطي مباشرة فكرة عامة على النظام ولو كان معقدا. ويمكن إجراء أعمال تصحيح تناسب تصرف انحراف القيم المستهدفة وقيم المتغيرات التي يتم التحكم فيها عن طريق التغذية المرتدة، بهدف تطابق المتغيرات التي يتم التحكم فيها مع القيم المستهدفة، عندما يحدث تشويش أو عن طريق تغير قيم الدخل. وللتغذية الخلفية إعاقة زمنية وتجاوز القيم المستهدفة تحدث بسبب أعمال التصحيح عن طريق هذه الإشارات. إذا تكررت أعمال التصحيح تصبح عملية التحكم في حالة تذبذب. وعندما تصبح الفروق بين القيم المستهدفة والقيم التي يتم التحكم فيها صغيرة، تصبح إشارات عمل الحاكم صغيرة أيضا مما يسبب عدم توافق بين المتغيرات التي يتم التحكم فيها والقيم المستهدفة. فحالة التحكم الجيدة تتوفر فيها الشروط التالية:

١ - سرعة اقتراب المتغيرة المتحكم فيها من القيم المستهدفة.

٢ - تعود التجاوزات عن وضع التوازن المطلوب بسرعة إلى حالة استقرار.

٣ - انعدام الانحراف عند حالة الاستقرار.

تقرير التجربة السادسة

اسم المتدرب: **رقم المتدرب:** **التاريخ:**

المناقشة والأسئلة:

سؤال:

عند زيادة المعامل التناسبي في العنصر PTn:

١. تزداد قيمة Tg؟
٢. تزداد قيمة Tu؟
٣. Tg و Tuلا تتغيران؟
٤. تقل قيمة Tg؟
٥. تقل قيمة Tu؟

سؤال:

تركيبة مكونة من عنصر PTn والعنصر التكاملي I تعني:

١. نظاما PTn-I.
٢. نظاما ITn.
٣. نظاما PT2.
٤. نظاما IT2.

ملحوظاتك العامة:

تقنية التحكم الآلي - عملي

الحاكمات(المتحكمات)

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة السابعة : الحاكمات(المتحكمات)

التجربة السابعة

الحاكمات(المتحكمات)

Controllers

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- الحاكمات PID, PI, PD, I, P
- معاملات الحاكمات المذكورة وتأثيرها 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 PT1
- جهاز راسم ذبذباتOscilloscope.
- ولوحة تغيير معاملات الحاكمات.

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك 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 وفق الصورة المناسبة لكل تجربة.

- 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.

دور الحاكم:

يمثل الحاكم الذكاء الفعلي لدائرة التحكم. ويصمم الحاكم ليقود بدقة المتغيرة المعالجة y انطلاقا من قيمة الخطأ e حسب استراتيجية تحكم معينة. والمتغيرة المعالجة تضمن أن المتغيرة المتحكم فيها قد تم ضبط قيمتها بدقة وبأعلى سرعة لتكون أقرب ما يمكن لإشارة الدخل (المرجع)، رغم تغير هذه الأخيرة(إشارة الدخل) بسبب التشويش.

أنواع الحاكمات:

يمكن تقسيم الحاكمات التقليدية إلى صنفين رئيسين:
الحاكمات المستمرة(Continuous) والحاكمات المتقطعة((Discontinuous . في حالة الحاكمات المستمرة مثل الحاكم التناسبي -أو التكاملي -أو التفاضلي PID حيث يمكن للمتغيرة المعالجة أن تضمن أية قيمة معطاة حسب مدى تصحيحي. أما بالنسبة للحاكمات المتقطعة (وتسمى كذلك حاكمات الوصل والفصل) Switching Controllers
مثل المفتاح ذي الوضعين أو ثلاثي الأوضاع. حيث يمكن للمتغيرة المتحكم فيها من أخذ أوضاعا قليلة.

تركيب الحاكم PID:

الحاكم PID هو أكثر الحاكمات المستمرة استعمالا. وهو مكون من العنصر التناسبي والعنصر التكاملي والعنصر التفاضلي على شكل تركيبة توازي . ويمكن إعطاء بارمترات مستقلة لكل عنصر من هذه العناصر. هذا يسمح للحاكم PID للتكيف ظاهريا على الوجه الأمثل مع كل أنواع نظم التحكم.بتوصيل أو فصل أي من العناصر الثلاثة.

تأثير الحاكم التناسبي

الحاكمات التناسبية P

الحاكم التناسبي P يمثل حاكما تناسبيا تقليديا ذا معامل تناسبي K_p . نتيجة هذا التأثير هي المتغيرة المعالجة (yt) المتناسبة مع إشارة الخطأ . (et) كلما زادت قيمة إشارة الخطأ (et)يزداد تأثير الحاكم التناسبي P . ويستخدم الحاكم التناسبي للتحكم في العمليات البسيطة. الحاكم التناسبي سهل التصميم سواء إلكترونيا ، أو نيوماتيا أو ميكانيكيا.

التحكم التناسبي في نظم ذات تأخر زمني من الرتبة الأولى :(PT_1)

في التجربة التالية سوف ندرس تأثير الحاكم التناسبي على نظام متحكم فيه ذي تأخر زمني من الرتبة الأولي .. (PT_1) . استخدم الحاكم التماثلي الموجود على"لوحة الحاكم التماثلي". يهمنا هنا بالأخص تأثير كسب الحاكم. أي معامل الحاكمات التناسبية K_p على حلقات التحكم ذات إشارة الخطأ المتبقي في حالة الاستقرار.

إشارة الخطأ المتبقية في حالة الاستقرار:

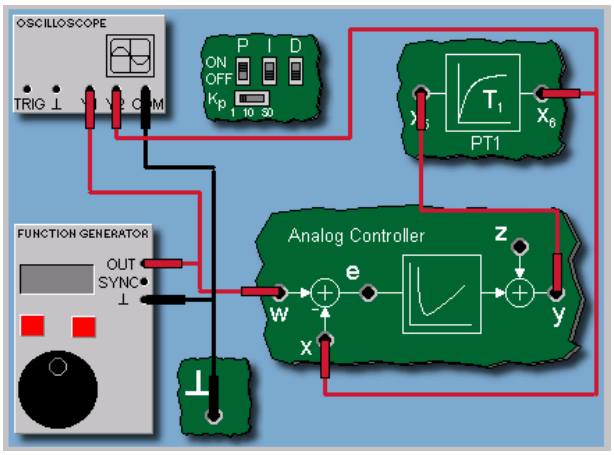
بعد نهاية عملية التغذية الأمامية بإشارة خطوة عند الدخل (المرجع) $w(t) = w_o$ ، إذا لم تساوي بدقة قيمة الخرج x(t) قيمة الدخل w_o أي أن($x_o < w_0$) و تبقى إشارة الخطأ (et) مستقرة ولا تساوي الصفر. تظهر الحلقة إشارة خطأ متبقية $e_o > 0$. يمكن اعتبار الخطأ مقبولا أو غير مقبول حسب النظام المتحكم فيه.

توصيل التجربة:

نستخدم في هذه التجربة الحاكم التناسبي التماثلي باستخدام مفاتيح الوصل والفصل DIP والنظام المتحكم فيه PT1 من لوحة التوصيل الإلكترونية. هنا سوف نختبر استجابة الحلقات عندما تكون إشارة الدخل خطوة والقيمة النهائية للخرج في حالة الاستقرار باستعمال معاملات الكسب :

K_p= 1; K_p=10; K_p =50

من النتائج يمكننا أن نستنتج العلاقة بين المعامل K_p والخطأ المتبقي (et).



الصورة ١ : توصيل تجربة الحاكم التناسبي

نتيجة:

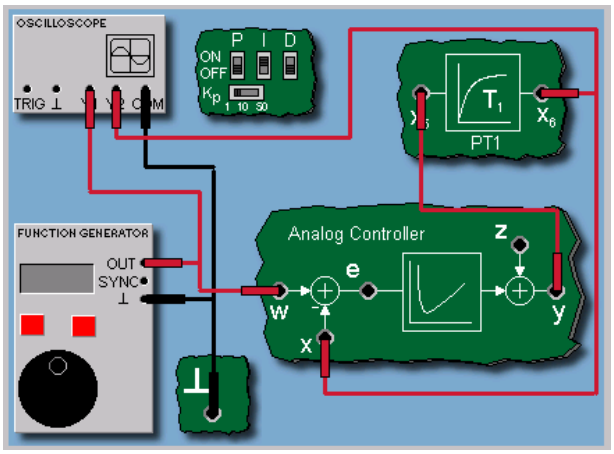
عند تطبيق الحاكم التناسبي على النظام PT_1 نحصل على خطأ صغير متبقي. يزداد هذا الخطأ صغرا كلما كبرت قيمة الكسب K_p. وتزداد سرعة الاستجابة كلما زادت قيمة الكسب.

تأثير الحاكم التكاملي:

إذا استخدمنا فقط الفرع التكاملي I من الحاكم PID ، نحصل على الحاكم التكاملي. وهذا يمثل العنصر المكامل. ميزة الحاكم التكاملي أنه يكاد تقريبا يعدم الخطأ e(t) ويجعله مساويا للصفر.

تأثير الحاكم التكاملي I على النظام المتحكم فيه PT_1:

في هذه التجربة نستخدم الفرع التكاملي I من الحاكم PID للتحكم في النظام PT_1 . النتيجة نلاحظها من قيمة الخطأ والسرعة باستخدام الحاكم التكاملي لوحده.



الصورة ٢ : توصيل الحاكم التكاملي

نتيجة:

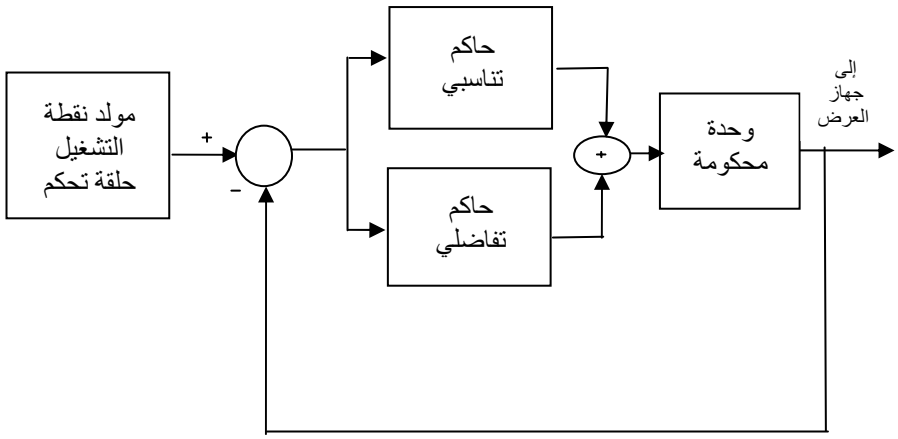
باستخدام الحاكم التكاملي نلاحظ أن الخطأ اختفي تقريبا. خلافا للحاكم التناسبي الذي لا يعطي خرجا إلا عندما يكون الخطأ أكبر من الصفر(et)0 <)، الحاكم التكاملي يعطي خرجا (yt) حتى ولو كان الخطأ مساويا للصفر (et) = 0). يسمى هذا الخرج تكاملا لتلك النقطة. لكن عملية

تصحيح الخطأ عند استخدام الحاكم التكاملي تأخذ وقتا أطول منه عند استخدام الحاكم التناسبي، وفي حالة استخدام الحاكم التكاملي نلاحظ حصول التعدي Overshoot .

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي:

الربط على التوازي بين الحاكم التناسبي P والحاكم التكاملي I يعطينا الحاكم التناسبي التكاملي PI. هذا الحاكم PI له ميزتان سرعة الحاكم P ودقة الحاكم I. بارمترا هذا الحاكم هما المعامل التناسبي K_p وزمن إعادة الضبط(Reset Time) (إعادة للوضع الأصلي) T_n أو ما يسمى أيضا معامل تأثير التكامل K_i.

مخطط التجربة:



الحاكم التناسبي-التكاملي PI على التوازي

خطوات إجراء التجربة:

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي

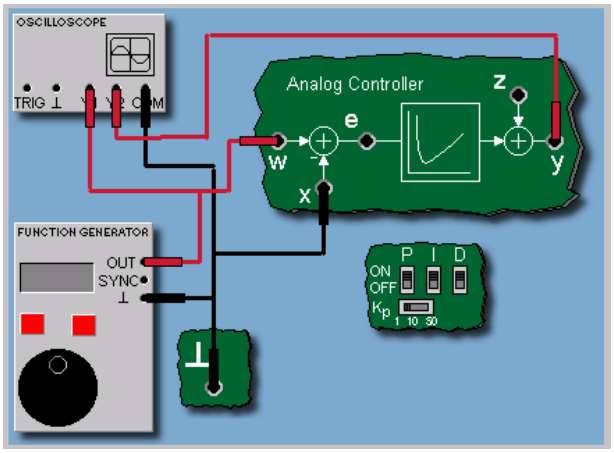
استجابة الخطوة للحاكم التناسبي التكاملي PI

استجابة الحاكم PI تتمثل في الجمع بين حد ثابت (الحاكم P التناسبي) وحد خطي متصاعد (الحاكم التكاملي I).

زمن الرجوع إلى الأصل T_n هو الزمن اللازم لوصول استجابة الحد التكاملي I إلى مستوى استجابة الحد التناسبي P. الزمن T_n يدل على مدى سرعة الحاكم PI مقارنة بالحاكم التكاملي I لوحده. فكلما كان T_n أقصر كلما كان الحد التكاملي I أكبر مقارنة بالحد التناسبي.

توصيل التجربة:

في التجربة التالية نستخدم منحنى استجابة الخطوة لتحديد زمن الإعادة إلى الأصل T_n للحاكم التماثلي PIعلى لوحة ComLab3. وللقيام بهذه العملية يمثل الحاكم PI بمعامل $K_p = 1$ باستخدام مفاتيح الوصل والفصل DIP .



صورة ٣: توصيلة الحاكم التناسبي التكاملي

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي

نتيجة

الحاكم PI له زمن ضبط $K_p = 1$ ولهذا تولد متغيرة معالجة قيمتها $y_p = 1$ عند تغير القفزة بسعة (et) = ١

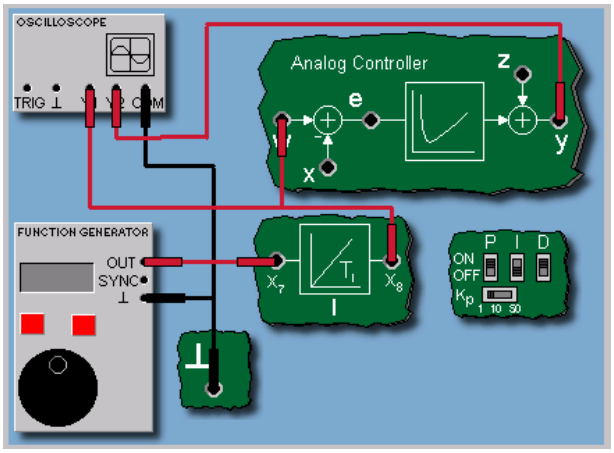
وهذا يعني أن زمن الضبط T_n هو الزمن اللازم للمتغيرة y_i المناسبة للحد التكاملي I للوصول الى قيمة تساوي الواحد. أي إن هذا الزمن هو الزمن اللازم للحاكم PI لتوليد متغيرة معالجة كلية تساوي ٢ أي إن:

$p_y + p_i = 2$ والنتيجة زمن يساوي ثانية.

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي

التحكم في النظام PT_1 باستعمال الحاكم PI

في التجربة التالية نستخدم الحاكم PI المرافق للنظام المتحكم فيه PT_1 على اللوح الإلكتروني. فالنتيجة يجب أن تقارن لحالتي استعمال حاكم تناسبي P لوحده وكذلك حاكم I لوحده لنفس النظام PT_1 في الحالتين.



الصورة ٤ : الحاكم PI باستعمال إشارة انحدار

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي

نتيجة

التجربة تبين أن الحاكم التناسبي التكاملي PI يشكل تركيبة لكل الميزات التي يمتلكها الحاكم التناسبي P والحاكم التكاملي I ، باعتبار قيمتين معقولتين للمعاملين K_p و T_n.

استجابة التحكم في الحلقة أسرع في حالة استعمال PI منه في حالتي P و I منفردين و ليس للاستجابة تعد وخاصة في حالة نظام من النوع PT_1. وبسبب وجود الحاكم I نلاحظ انعدام الخطأ.

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي والحاكم التناسبي التكاملي

الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي PID & PI والتناسبي التكاملي

لزيادة سرعة الحاكم PI يمكن إضافة معامل تفاضلي Derivative Action؛ فينتج عن هذا الحاكم التناسبي التكاملي التفاضليPID. والمعامل التفاضلي يولد مركبة متغيرة معالجة YD متناسبة مع التغير الديناميكي لإشارة الخطأ الذي بدوره يخضع لتغير إشارة الدخل(المرجع). شدة المركبة التفاضلية D يظهر من خلال المعدل الزمني T_v ومعامل عملية التفاضل KD.

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي والحاكم التناسبي التكاملي

الاستجابة الزمنية

المركبة D في الحاكم PID تولد(نظريا) نبضة عالية لانهائية عند الزمن to. لكن قيمة هذه النبضة تبقى محدودة حسب المتغيرة المعالجة (قيمة الجهد القصوى لخرج مكبر العمليات). حتى في حالة الإشارات المشوشة يؤدي الحاكم إلى سعة عالية للمتغيرة المعالجة.والحاكم D يستعمل عمليا كعنصر تأخير زمني للنظام من الرتبة الأولى T_1. لذلك نسمي العلاقة PID-T_1 بالحاكم الحقيقيReal PID Controller.

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي والحاكم التناسبي التكاملي

توصيل التجربة

في التجربة التالية نستخدم الحاكم التماثلي PID المتوفر في اللوح الإلكتروني ComLab3 واستجابته الزمنية المسجلة.

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي والحاكم التناسبي التكاملي

نتيجة

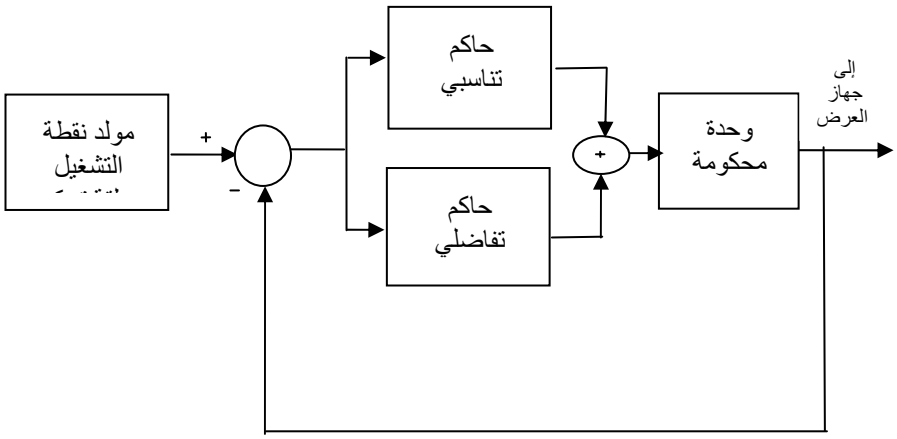
الحاكم التماثلي Analog المستعمل هنا هو حاكم PID إلكتروني مثالي، مع حد تفاضليD حقيقي. وقيمة ارتفاع السعة تساوي تقريبا ١٤ فولت بسبب مكبر العمليات. وبما أن الحد D صمم بدون تأخير

زمني نلاحظ أن إشارة الاستجابة الزمنية لإشارة الخطوة مشوهة، وهذا ما يؤدي إلى مشاكل في الحالات العملية.

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي والحاكم التناسبي التكاملي

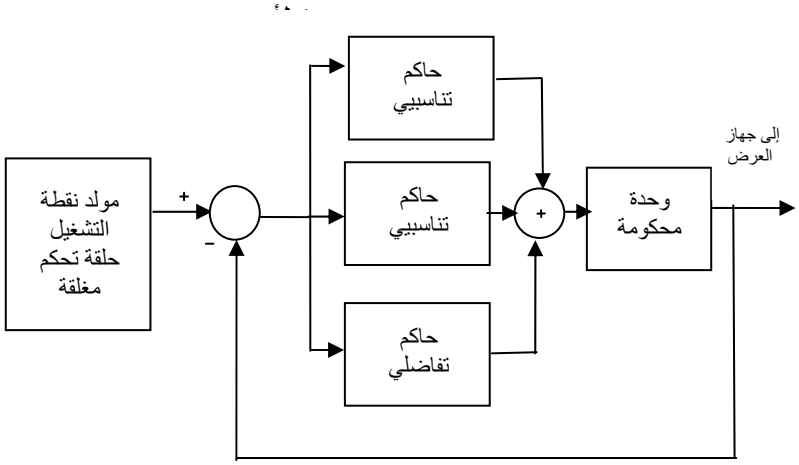
الحاكم التناسبي التكاملي PD

في بعض الحالات يمكن إهمال الحد I في الحاكم PID وهكذا نحصل على الحاكم PD .
وهذا يحصل مثلا عندما لا نرى حاجة للقضاء على الخطأ أو أن النظام المتحكم فيه نفسه يحتوي على حاكم تكاملي I أو ما نسميه بالمشغل التكاملي (Integrating Actuator)كمحرك الخطوة. في حالة الحاكم PD العنصر D يصمم بزمن تأخير.



حاكم تناسبي تفاصليPD على التوازي

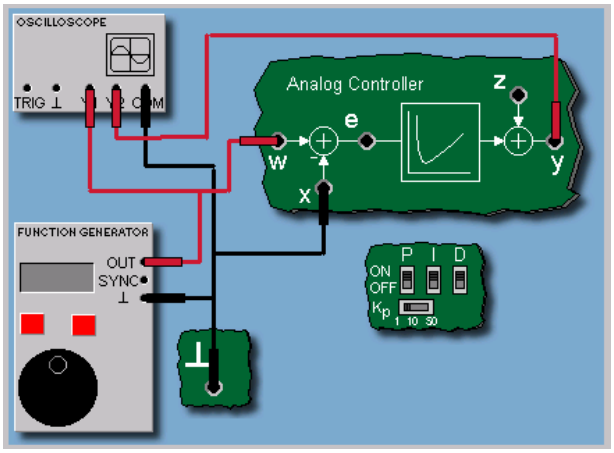
الحاكم التناسبي -التكاملي -التفاضلي PID



حاكم تناسبي-تكاملي-تفاضلي على التوازي

تحديد قيمة معدل الزمن T_v للحاكم PD يمكن تحديده من المنحنى مثلما فعلنا عند تحديد الزمن T_n للحاكم PI. لكن عند استعمال الحاكم PD بدلا من استعمال إشارة الخطوة نستعمل إشارة انحدار(Ramp) يعني أن إشارة الدخل يجب أن تكون إشارة انحدار. ومعدل الزمن يمثل الزمن اللازم لوصول قيمة معينة من المتغيرة المعالجة خلال معدل أقصر من الزمن المستغرق عند استخدام حاكم تناسبي لوحده.

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي



الصورة ٥ :الحاكم PD

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي والحاكم التناسبي التكاملي

توصيل التجربة

في هذه التجربة نستخدم إشارة انحدار Ramp لتحديد المعدل الزمني T_v للحاكم التماثلي PD باستعمال لوحة ComLab3. لتوليد إشارة الانحدار للحاكم ندخل إشارة قفزة على الحاكم التكاملي I . هذه التوصيلة تولد إشارة انحدار بواسطة عملية تكامل.

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي والحاكم التناسبي التكاملي

نتيجة

معدل الزمن T_v: هو الزمن الفاصل بين بداية تشغيل إشارة الانحدار عند دخل الحاكم (عند النقطة T_o) والنقطة الزمنية التي تصل فيها الاستجابة (المتغيرة المتحكم فيها) (yt) إلى ضعف القيمة عند الزمن T_o.

النتيجة هي كما نلاحظ على الاستجابة: $T_v = 1$ sec

تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي والحاكم التناسبي التكاملي

ملخص:

الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي PID هو حاكم عام مكون من ثلاثة عناصر يمكن توصيلها بتناسق مع النظام المتحكم فيه. العنصر التناسبي يقيم قيمة(الحاضر) إشارة الخطأ (et) ويعطي إشارة مناسبة لاستجابة تحكم معتبرة. والوحدة التكاملية تقيم زمن التأخير(الماضي) . أما الوحدة D فهي تقيم اتجاه الخطأ ومنه تحدد ديناميكية النظام أي إنها تمثل(المستقبل).

إن اختيار بنية الحاكم الخاطئة أو القيم غير المناسبة (الكسب العالي مثلا) يمكن أن يؤدي إلى حالة لايمكن فيها لمتغيرة المتحكم فيها لا تؤول(تقترب) فيها إلى قيمتها الثابتة النهائية بمجرد تغير الدخل أو تعرض النظام للتشويش، فيبدأ التذبذب الذي يؤدي إلى حالة عدم استقرار. وتسمى في هذه الحالة دائرة التحكم بالدائرة غير المستقرة.فكلما كانت قيمة ثابتة التناسب K_p كبيرة للحاكم PI كلما زاد تذبذب خرج حلقة التحكم .

واستعمال الحاكم التكاملي منفردا يؤدي إلى حلقة تحكم غير مستقرة مهما كانت قيم الحاكم المختارة. ومعامل الحاكم التكاملي K_i يسبب التذبذب في خرج حلقة التحكم. لذلك لا يستعمل الحاكم التكاملي في دائرة التحكم في مستوى السائل في الخزان.

تقرير التجربة السابعة

اسم المتدرب: **رقم المتدرب:** **التاريخ:**

المناقشة والأسئلة:

١. ما هو تأثير الثابت الزمني على منحنيات الاستجابة؟

٢. على أي جزء من استجابة النظام تؤثر الثابتة الزمنية؟

٣. في حالة إشارة دخل قفزة:

- أي جزء من استجابة النظام يسمى ثابتا؟
- أي جزء من استجابة النظام يسمى متغيرا؟

٤. ما هو تأثير المعامل التناسبي على منحنيات الاستجابة؟

٥. عرف القيمة القصوى للتجاوز(التعدي).

٦. عرف زمن القمة.

٧. عرف زمن السكون.

٨. ما هي مميزات وعيوب الحاكم التناسبي التكاملي PI؟

٩. ما هو تأثير الحاكم PI على منحنيات الاستجابة عندما تكون إشارة الدخل إشارة قفزة؟

١٠. ما هي مميزات الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي PID على منحنيات الاستجابة؟

١١.ما هو تأثير الحاكم التكاملي على زمن التأخير، وزمن الاستقرار؟ وزمن الصعود؟

١٢.هل الجملة التالية صحيحة أم خاطئة؟

أحد عيوب الحاكم التناسبي P هي أنه لا يمكن الوصول فيه إلى التوافق التام بين المتغيرة التي يتم التحكم فيها وبين القيمة المستهدفة، الأمر الذي يترك انحرافا عند الاستقرار بين القيمة المستهدفة والمتغير التي يراد التحكم فيها". أرسم تفسيرا لهذه العبارة.

١٣ . هل الجملة التالية صحيحة أم لا؟

يعبر زمن إعادة الضبط عن شدة عمل الحاكم التكاملي، ويكون عمل الحاكم أقوى كلما كان زمن إعادة الضبط أقصر".

١٤ . هل الجملة التالية صحيحة أم لا؟

يؤدي الحاكم التفاضلي أعمال تصحيح تتناسب مع السرعة المتغيرة للمتغير ة التي يتم التحكم فيها، ويستخدم عند تخميد تغيرات المتغيرة التي يتم التحكم فيها بسرعة".

تقنية التحكم الآلي - عملي

التحكم الآلي الرقمي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الثامنة : التحكم الآلي الرقمي

التجربة الثامنة

التحكم الآلي الرقمي

Automatic Digital Control

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- نظام التحكم الآلي الرقمي .
- التحكم الرقمي المباشر DDC
- عناصر الحاكمات الرقمية.
- مميزات التحكم الرقمي المباشرDDC
- خوارزمية الحاكم الرقمي PID
- لوحة تغيير معاملات الحاكم الرقمي.

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- وحدة متحكم فيها رقميا Digital Control Line
- جهاز راسم ذبذباتOscilloscope.

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.
- وصل التجربة كما هو موضح في الصورة ٢ .
- 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.
- سجل ملحوظاتك.
- قم بتغيير معاملات الحاكم الرقمي PID على اللوح Com3Lab

التحكم الآلي الرقمي

التحكم الرقمي المباشر (Direct Digital Control (DDC

بالإضافة إلى الحاكمات الإلكترونية التماثلية، نستخدم الحاكمات الرقمية المبنية على وحدة إدارة مبرمجة. فالحاكمات الرقمية أصبحت كثيرة الاستعمال. وخوارزميات الحاكمات الرقمية مخزنة في معالجات رقمية. هذه المعالجات الرقمية يمكن أن تكون معالجات بسيطة أو معالجات معقدة للتحكم في العمليات الصناعية أو أجهزة نظم تحكم آلي باستخدام حاكمات رقمية.

التحكم الآلي الرقمي

عناصر الحاكمات الرقمية

إشارة الخطأ (et) التماثلية والمستمرة زمنيا تجزأ((sampled في البداية خلال زمن ثابت المجال وتحول الى قيمة رقمية باستعمال المحول من تماثلي إلى رقميA/D Converter الموجود داخل الحاكم الرقمي، ثم يقوم الحاكم المبني على الخوارزمية المبرمجة بحساب المتغيرة المعالجة المناسبة. ثم تحول هذه المتغيرة المعالجة الرقمية إلى تماثلية مرة ثانية عن طريق محول من رقمي إلى تماثلي D/A Converter ثم تمرر بعدها إلى النظام المتحكم فيه.

التحكم الآلي الرقمي

مميزات التحكم الرقمي المباشر DDC

الميزة الرئيسة للحاكم الرقمي هي المرونة، أي إن استراتيجية التحكم بهذه الحاكمات يمكن تغييرها أو استبدالها كليا فقط بتغيير بعض الأسطر من البرمجة بدون التأثير بتاتا على العناصر المادية Hardware. حتى استراتيجيات التحكم المعقدة مثل الحاكمات الغامضة Fuzzy Controllers أو

الحاكمات المتكيفة Adaptive Controllers التي يمكن تغييرها. إضافة لهذه المزايا يمكن استعمال الحاكمات الرقمية في التحكم في عدة عمليات في نفس الوقت.

التحكم الآلي الرقمي

خوارزمية الحاكم PID

بما أن خوارزمية التحكم تحتاج إلى زمن معين للمعالجة. فإن المعالجات الرقمية تعمل على شكل وحدات زمنية متقطعة. هذا يعني أنها تحسب المتغيرة المعالجة الحالية في فترة زمنية محددة، تسمى زمن التجزئة Sampling (T) Time . المتغيرة المعالجة يحافظ عليها ثابتة خلال هذه الفترة الزمنية. وينتج عن هذا دالة متدرجة ذات عرض ثابت(T) كخرج لهذه المتغيرة.

التحكم الآلي الرقمي

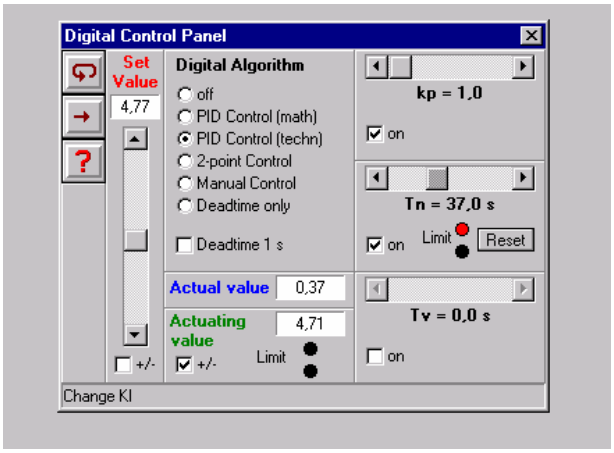
وحدة التحكم الرقمي

وحدة التحكم الرقمي المتوفرة في ComLab3 تحتوي على وحدة معالجة حسابية يمكن استعمالها كحاكم PID رقمي أو كحاكم ذي وضعين بدون أو بوجود تخلف في المغناطيسية Hysteresis ومصمم لزمن تجزئة. (Sampling Time) T=32 ms علاوة على هذا يمكن استعمال هذه الوحدة لنسخ النظم المتحكم فيها من خلال زمن ميت(زمن الخمول).

التحكم الآلي الرقمي

الحاكم الرقمي

الشكل التكويني وحساب المعاملات(البارمترات) للحاكم الرقمي يتم عن طريق لوحة التحكم. وإذا تحتم فيمكن استعمال راسما مناسبا لتسجيل كل المتغيرات خلال عملية التحكم.

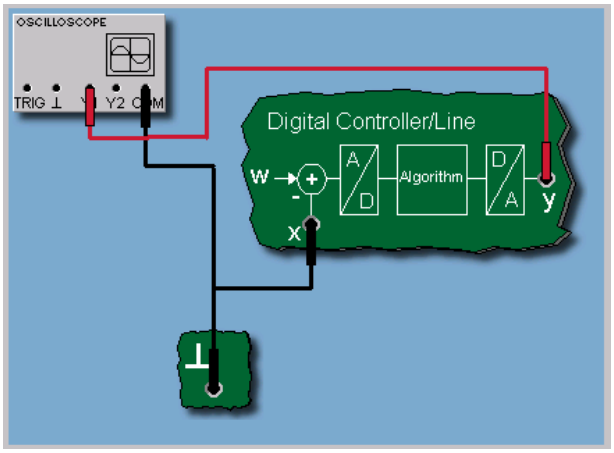


الصورة ١ :لوحة التحكم في البارمترات للحاكم الرقمي

التحكم الآلي الرقمي

توصيل التجربة

لمراجعة الدالة الأساسية للحاكم الرقمي PID نبدأ بتسجيل استجابته لإشارة الخطوة ومقارنتها بتلك التي نتجت عن الحاكم PID التماثلي. وللقيام بهذه العملية نستعمل اللوحة المناسبة لتشكيل تركيبة الحاكم الرقمي PID على صورة حاكم رقمي PI بمعامل Kp =1 و Tn = 1 sec.



الصورة ٢ : توصيل تجربة الحاكم الرقمي

التحكم الآلي الرقمي

نتيجة

كما نرى من استجابة للخطوة، نلاحظ أن استجابة الحاكم PI الرقمي تساوي تماما استجابة الحاكم التماثلي. لهذا السبب نستخدم نفس طريقة التصميم للحاكم PID الرقمي كتلك التي تستعمل في تصميم الحاكم التماثلي. هاتان الطريقتان في التصميم سوف تكونان موضوع الوحدة القادمة.

١. عند استعمال إشارة دخل قفزة Step Function هل الحاكم التناسبي P لوحده يعطي نفس النتيجة التي حصلنا عليها في حالة الحاكم التناسي التماثلي لوحده؟
٢. أعد نفس التجربة لكل من الحاكم PI والحاكم PID وقارن بالنتائج التي حصلنا عليها في تجارب الحاكم التماثلي.
٣. ما هي ملحوظاتك؟

تقرير التجربة الثامنة

اسم المتدرب: رقم المتدرب: التاريخ:

المناقشة والأسئلة:

١ -عند استعمال إشارة دخل قفزة Step Function هل الحاكم التناسبي P لوحده يعطي نفس النتيجة التي حصلنا عليها في حالة الحاكم التناسي التماثلي لوحده؟

٢ -أعد نفس التجربة لكل من الحاكم PI والحاكم PID وقارن بالنتائج التي حصلنا عليها في تجارب الحاكم التماثلي.

سؤال:

ما هي المتغيرات التي تمثل دخل الحاكم؟

١ -المتغيرة المعالجة y.

٢ -المتغيرة المتحكم فيها x.

٣ - متغيرة التشويش z.

٤ - متغيرة المرجع w.

سؤال:

في حالة عملية تحكم تناسبية لنظام تحكم ذي زمن تأخير فإن معامل الكسب Kp للحاكم:

١. كلما كان Kp كبير القيمة يكون الخطأ المتبقي كبيرا أيضا.

سؤال:

متى يكون استعمال العنصر التكاملي I في الحاكم PID مبدئيا غير لازم أو غير منطقي؟

١. عندما يكون النظام المتحكم فيه يحتوي عنصر تحكم.
٢. إذا كان النظام المتحكم فيه ذا معامل تناسبي عال جدا.
٣. إذا أظهر المشغل عملية تكامل.
٤. إذا كان النظام المتحكم فيه يمكن أن يؤدي إلى تذبذب.
٥. كلما كان Kp كبير القيمة يكون الخطأ المتبقي صغير القيمة.
٦. الخطأ المتبقي مستقل عن الكسب Kp.

سؤال:

ما هي الخواص التي أظهرتها استجابة الخطوة؟

١ -انحراف التحكم المتبقي أو إشارة الخطأ يكون صفرا أو قريبا من الصفر .
٢ -المتغيرة المتحكم فيها لا تؤول إلى أي حالة استقرار.
٣ -المتغيرة المتحكم فيها تمر بمرحلة تعدي ثم تقترب من حالة الاستقرار.
٤ -المتغيرة المتحكم فيها تؤول مباشرة إلى حالة استقرار.

سؤال:

ما هي النتيجة التي يمكن رسمها من استجابة الخطوة؟

١. التحكم باستخدام الحاكم PIيكون أسرع من استخدام حاكم تكاملي I لوحده.
٢. الحاكم PI أدق من الحاكم التناسبي P لوحده.
٣. المتغيرة المتحكم فيها تظهر تعديا كبير القيمة.
٤. المتغيرة المتحكم فيها لا تظهر تعديا Overshoot

سؤال:

ما هي ميزة الحلقة المغلقة الرقمية مقابل الحلقة المغلقة التماثلية؟

١ -الحاكم الرقمي سهل التصميم.
٢ - الحاكمات الرقمية أكثر مواءمة.
٣ - الحاكم الرقمي بإمكانه أن يتحكم في عدد من العمليات في نفس الوقت.

تقنية التحكم الآلي - عملي

معايير أداء حلقات التحكم الآلي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة التاسعة : معايير أداء حلقات التحكم الآلي

التجربة التاسعة

معايير أداء حلقات التحكم الآلي

Performance Criteria for Automatic Control Loops

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- معايير أداء التحكم الآلي .
- الاستجابة عند تغير الدخل والتشويش.
- التعدي Overshoot وأسبابه.
- زمن الصعود T_r وزمن الاستقرار
- متى يستقر النظام.
- لوحة تغيير معاملات الحاكم الرقمي.

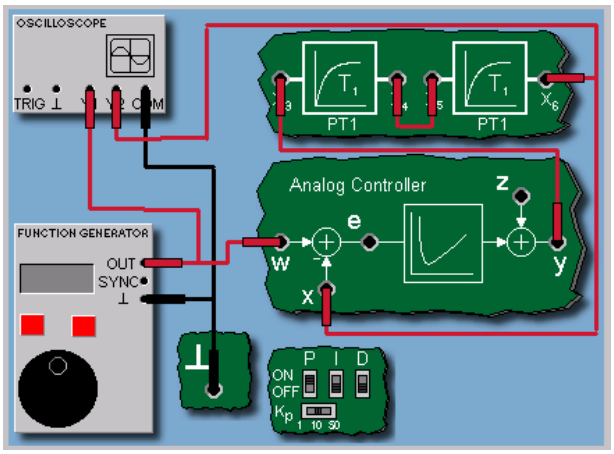
الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- وحدة متحكم من الرتبة الثانية (PT_2 (PT_1 +PT_1
- جهاز راسم ذبذباتOscilloscope.
- مولد إشارات Generator Function

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.
- وصل التجربة كما هو موضح في الصورة ١ .
- استعمل راسم الذبذبات للحصول على الخرج على القناة Y_1 , Y_2.

- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة وسجل إشارتي القناتين Y_2, Y_1 على راسم الذبذبات.



الصورة ١ : توصيل تجربة معايير أداء حلقات التحكم الآلي

معايير أداء حلقات التحكم الآلي

استجابة تغير الدخل والتشويش

عند تقييم حلقة التحكم يجب مراعاة الفرق بين الاستجابة الصحيحة عند تغيرات إشارة الدخل والاستجابة الصحيحة عند حدوث تشويش. يجب أن نتأكد من أنه في حالة الاستجابة الصحيحة عند تغير إشارة الدخل نلاحظ أن المتغيرة المتحكم فيها (الخرج) تتبع تغيرات إشارة الدخل بسرعة وبدقة. لكن في حالة التشويش يجب أن نتأكد من أن الاستجابة الصحيحة تلزم تعويض كل تشويش قدر الإمكان. لكن الهدفين أي تصحيح الدخل والتشويش لا يمكن تنفيذهما في نفس الوقت.

معايير أداء حلقات التحكم الآلي

التعديOvershoot

إذا تعدت المتغيرة المتحكم فيها x القيمة النهائية للاستقرار x_0 قبل أن تستقر عندها ، فإن الحلقة المتحكم فيها تظهر ما يسمى بالتعدي. سعة التعدي x_m هو بارامتر من حلقة التحكم ويعرف بأنه أقصى

انحراف للمتغيرة المتحكم فيها. ويمثل بنسبة مئوية من القيمة النهائية لحالة الاستقرار(مثلا x_m=10%).
التعدي المفرط غير مرغوب فيه.

معايير أداء حلقات التحكم الآلي

زمن الصعود Rise Time

زمن الاستقرار Settling Time

زمن الصعود يرمز له T_{an} وزمن الاستقرار يرمز له T_{aus}. يقيسان سرعة التصحيح ونسبة عرض نطاق التفاوت(٪ ١٠ ± d_{xo} =). حول قيمة الاستقرار النهائية للمتغيرة المتحكم فيها T_{an} .x(t) يمثل زمن الصعود حتى تصل الاستجابة إلى بداية منطقة التفاوت لأول مرة. T_{aus} يمثل الزمن الذي تحافظ فيه x(t) على بعد ثابت من نطاق التفاوت ولا تغادره أبدا.

معايير أداء حلقات التحكم الآلي

توصيل التجربة

التحكم في نظام من الرتبة الثانية(PT_2) باستعمال حاكم PID يقيم باستجابتها لتغير إشارة الدخل. لهذا نستعمل الحاكم التماثلي P بمعامل: K_p = 10. ونظامين من الرتبة الأولى PT_1 على التوالي. ويجب تحديد قيم إشارة الخطأ المتبقية، وسعة التعدي، وزمن الصعود، وأخيرا زمن الاستقرار.

معايير أداء حلقات التحكم الآلي

نتيجة

استجابة الحلقة المتحكم فيها تظهر تعديا يقارب ٣٨٪ وبما أننا استخدمنا حاكما تناسبيا فنلاحظ وجود خطأ يساوي تقريبا e_b =0.09 . وزمن الصعود t_{an}=0.05 sec
و زمن الاستقرار t_{aus} =2.3 sec.

تقرير التجربة التاسعة

اسم المتدرب: رقم المتدرب: التاريخ:

المناقشة والأسئلة:

سؤال:

ما هي الحالات التالية المرغوب فيها؟

١ -المتغيرة المتحكم فيها تظهر تعديا كبيرا .
٢ -اختفاء إشارة الخطأ.
٣ -زمن استقرار قصير .
٤ -زمن صعود طويل .

سؤال:

ما هي أنواع الحاكمات التي تتوافق مع النظم IT_1 ذات الحلقة المغلقة؟

١. الحاكم P
٢. الحاكم I
٣. الحاكم PI
٤. الحاكم PD
٥. الحاكم PID

سؤال:

ما هي العبارات الصحيحة التالية بالنظر إلى قوانين البحث عن الحل الأمثل لشين وهورنس وريزفيك؟

١. كلما كان معامل العملية التناسبية Ks للنظام المتحكم فيه صغيرا ، كلما كان معامل الحاكم K_p التناسبي صغيرا.
٢. كلما كان K_s كبيرا يكون K_p كبيرا.
٣. كلما كان T_g كبيرا يكون T_n كبيرا.
٤. كلما كان T_u كبيرا يكون T_v صغيرا للعنصر D.

ملحوظاتك العامة:

تقنية التحكم الآلي - عملي

خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم PID

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة العاشرة: خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم PID

التجربة العاشرة

خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم PID

التحكم الآلي في درجة الحرارة

Optimization Guidelines for PID Controllers

Automatic Temperature Control

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- خطوات تصميم الحاكم الأمثل.
- النظام المتحكم فيه بالتعويض.
- خطوات البحث عن الحل الأمثل حسب شين، وهرونس و ريسويك.
- تصميم برنامج الحاكمPID و PI
- نظام التحكم في درجة الحرارة.
- بارامترات درجة الحرارة المتحكم فيها.
- تغير الاستجابة بتغير إشارة الدخل.
- تأثير التشويش في استجابة حلقة التحكم.
- نتائج هذه التجارب.

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- وحدة متحكم فيها رقميا Digital Control Line
- جهاز راسم ذبذباتOscilloscope.

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.
- وصل التجربة كما هو موضح في الصورة ٢ .
- 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.

<u>للحاكمات PID</u>

خطوات التصميم:

يتم تصميم الحاكم PID خلال مرحلتين. في المرحلة الأولى يجب اختيار الحاكم P, PI, PID . حسب نوع النظام المتحكم فيه مثلا(بتعويض أو بدون تعويض). وماالهدف من التحكم. بهذا يمكن أن نعين بارامترات الحاكم. وللقيام بهذه العملية نحتاج إلى ما يسمى بمراحل البحث عن الحل الأمثل.

<u>خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكمات PID</u>

النظام المتحكم فيه بتعويض بارامترات الحاكم المعتبرة : K_p, T_n, T_v ترتبط بمواصفات النظام المتحكم فيه(ديناميكية النظام). في حالة التحكم بتعويض يلزم القيام بكثيرمن عمليات الضبط، وإجرائية البحث عن الحل الأمثل الخاصة بالمعاملات: زمن (التعويض ؛ (T_g (زمن التأخير T_u)و (معامل التناسب (K_p).

<u>خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم PID</u>

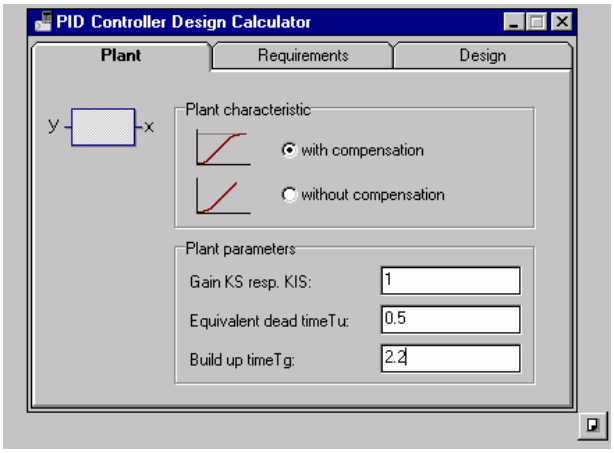
خطوات البحث الأمثل حسب شين، وهرونس، وريسويك:

عند استخدام طرق هؤلاء الباحثين يمكن ضبط الحصول على الاستجابة المطلوبة. فيمكن معرفة الاستجابة بتغير إشارة الدخل أو بوجود التشويش. كذلك يمكن الضبط مسبقا هوامش التذبذب أي وجود أو عدم وجود التعدي.

حاكم PID

تصميم برنامج الحاكم PID:

يسمح برنامج تصميم الحاكمات ComLab3 تحديد قيم بارامترات الحاكم PID انطلاقا من خطوات البحث عن الحل الأمثل، انطلاقا من K_s, T_u, T_g. كذلك يمكن حساب نفس المعاملات في حالة الحلقة المغلقة، ومعرفة الاستجابة عند تغير الدخل ووجود التشويش.



الصورة ١: تصميم الحاكم

التحكم الآلي في درجة الحرارة:

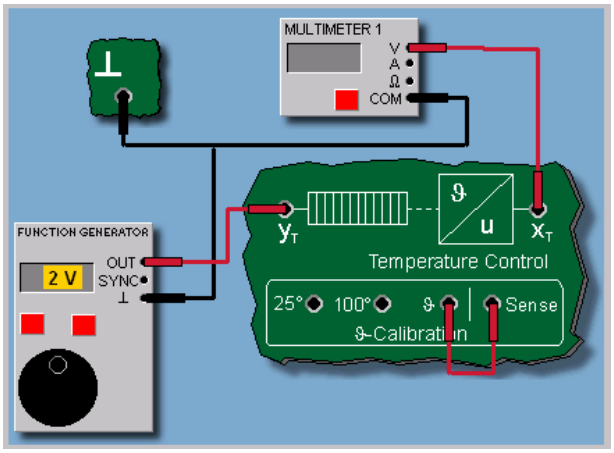
التحكم في درجة الحرارة:

في كثير من عمليات التحكم الصناعية تكون درجة الحرارة هي المتغيرة المتحكم فيها. وفي هذه الحالة يجب المحافظة على مستوى معين لهذه الحرارة وهذا بسبب الرفاهية ، أو غيرها من الأهداف، مثل المحافظة على نوعية السلع في مستوى حرارة معين.....

بارمترات درجة الحرارة المتحكم فيها:

في التجربة التالية يجب أن تحدد المعاملات التالية: المعامل التناسبي Ks، وزمن التأخير Tu وزمن التعويض Tgلنظام التحكم في درجة الحرارة المبني على الاستجابة لإشارة الخطوة، باستعمال لوحة

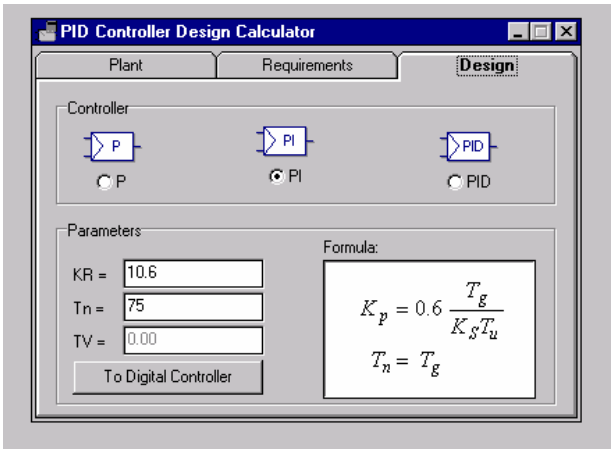
ComLab3. باستخدام هذه البارمترات يمكنك تصميم أنواع من الحاكمات اعتمادا على قواعد الحل الأمثل لشين و هرونس وريسويك.



الصورة ٢ : توصيل درجة الحرارة

نتيجة:

في حالة نظام التحكم في درجة الحرارة المتوفر على ComLab3 نحن نتعامل مع نظام ذي زمن تأخير من الرتبة العالية مع تعويض. بناء على استجابة الخطوة نحصل على معامل كسب(معامل تناسبي) $K_s = 0.83$ وزمن تأخير $T_u = 5$ sec و زمن تعويض $T_g = 75$ sec .



الصورة٣: بارمترات الحاكم PI

تصميم الحاكم PI:

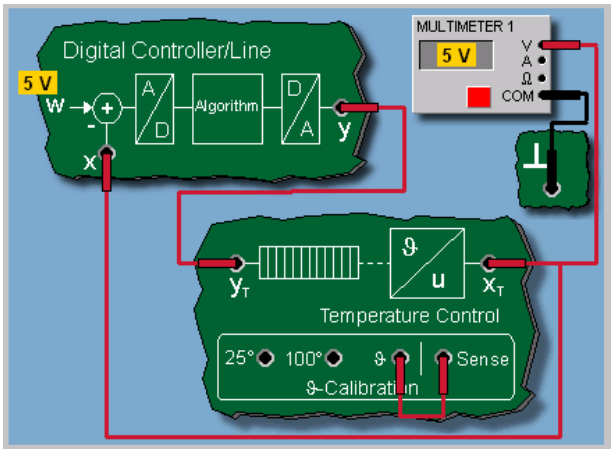
انطلاقا من معاملات(بارمترات) وبالتنسيق مع قواعد البحث عن الحل الأمثل لشين وهرونس وريزويك نحاول تصميم الحاكم PI لاستجابة خطوة ذات تغير جيد عند الدخل (المرجع) مع وجود تعد وهذا باستعمال برنامج التصميم المتوفر على ComLab3 . هذا الحاكم يختبر كحاكم رقمي على النظام المتحكم فيه.

نتيجة:

لتنفيذ حلقة التحكم يلزم: استجابة قابلة لتغير جيد بتغير إشارة الدخل مع تعد مسموح به. وبتطبيق قواعد البحث عن الحل الأمثل حسب شين، وهرونس و ريزويك سوف نحصل على معامل تناسبي $K_p = 10$ وزمن إعادة الضبط $T_n = 75$ sec.

تغير الاستجابة بتغير إشارة الدخل للحلقة المتحكم فيها:

في هذه التجربة نظام التحكم في درجة الحرارة يزود بالحاكم الرقمي PI المصمم سابقا وندرس الدائرة المغلقة ونبحث كيف يمكن للحاكم أن يحقق الأهداف المعينة والمطروحة. أولا نسجل استجابات الحلقات المغلقة لتغير عند الدخل المفاجئ.



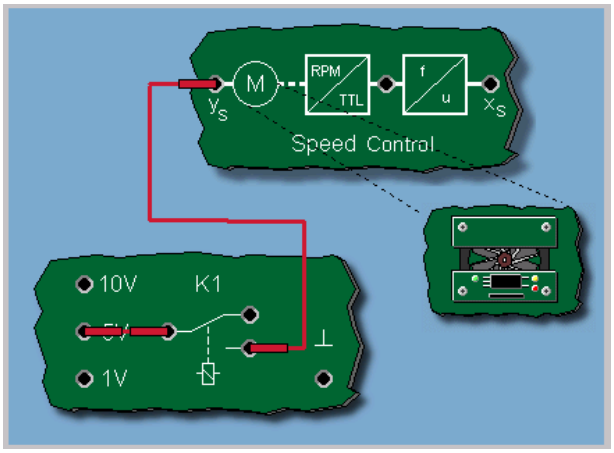
الصورة ٤: توصيل تجربة التحكم في درجة الحرارة.

نتيجة:

المتغيرة المتحكم فيها تبدأ بصعود سريع ثم تصل قمة التعدي وفي النهاية تستقر قريبا من قيمة الدخل w = 6v .

استجابة حلقة التحكم عند التشويش:

الآن نبحث عن الاستجابة في حالة التشويش. لهذا نشغل المروحة التي تمثل التشويش عند النقطة X_T =6v



الصورة٥ : تأثير التشويش في التحكم في درجة الحرارة.

نتيجة:

بعد استعمال إشارة التشويش(المروحة) ، المتغيرة المتحكم فيها تنزل بحدة ، لكن تحت تأثير الحاكم تبدأ في الصعود وتبقى غير قادرة على الوصول إلى نقطة الانطلاق(الدخل أو المرجع). هذا سببه ضعف العنصر التكاملي I . أي إن زمن إعادة الضبط T_n طويل المدى. وللبرهنة على هذا سوف نعيد التجربة ولكن بزمن إعادة الضبط T_n أقصر.

نتيجة:

بسبب تخفيض زمن إعادة الضبط T_n تشتد (تزداد) قيمة العنصر(المركبة) I في الحاكم PI. هذا يعني أن الحاكم يستعمل أقصى قوة افتراضية لديه للتأثير أي مقاومة على التشويش أي إنه يستعمل أقصى سعة للمتغيرة المعالجة ٧١٠. وهنا تصل المتغيرة المتحكم فيها تقريبا إلى قيمة الدخل ٧٦ .

الجدول التالي يبين اختيار الحاكمات المناسبة للعمليات المتحكم فيها.

رقم	العملية المتحكم فيها	التناسبي P	التكاملي I	التناسبي التكاملي PI	التناسبي التكاملي التفاضلي PID	ملاحظة
١	عنصر تخلف صرف Pure Dead Time	لا	يفضل PI	ممكن	غير لازم	PI المفضل
٢	نظام من الرتبة الأولى مع تأخر صرف Dead Time-lug 1st order	لا	يفضل PI	يفضل PID	مناسب	PID المفضل
٣	نظام تذبذبي من الدرجة الثانية ٢ nd order system	لا	لا	يفضل PID	مناسب	مناسب للضبط وإزالة التشويش
٤	نظم ذات رتبة عالية أعلى من الثانية	لا	يفضل PI	يفضل PID	مناسب	مناسب أكثر من غيره

تقرير التجربة العاشرة

اسم المتدرب: رقم المتدرب: التاريخ:

المناقشة والأسئلة:

سؤال:

ما الذي ينطبق على منحنى خاصية المتغيرة المتحكم فيها(Xt)؟

١. المتغيرة المتحكم فيها تظهر تعديا.
٢. المتغيرة المتحكم فيها لا تؤول إلى قيمة استقرار نهائية.
٣. المتغيرة المتحكم فيها تقترب من قيمة إشارة الدخل وتقاربها.
٤. المتغيرة المتحكم فيها تقفز إلى الخلف وتتأرجح بين قيمتين موجبة وسالبة.

ملحوظاتك العامة:

تقنية التحكم الآلي - عملي

التحكم الآلي في السرعة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الحادية عشر: التحكم الآلي في السرعة

التجربة الحادية عشر

خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم PID

التحكم الآلي في السرعة

Automatic Speed Control

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على :

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت 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 PIDباتباع خطوات البحث عن الحل الأمثل حسب شين، هرونس و ريسويك واختبارها في حالة الحلقة المغلقة.

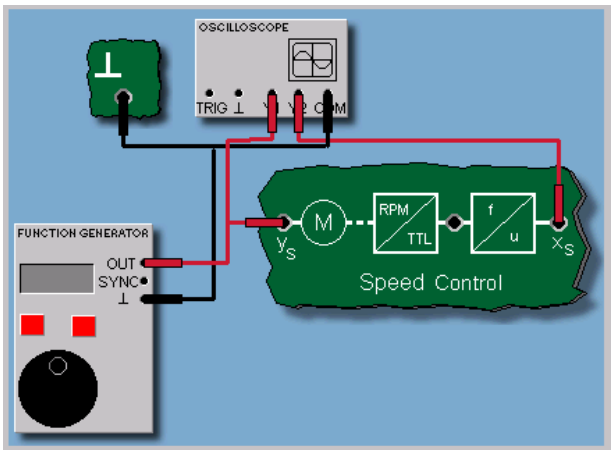
الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- وحدة السرعة المتحكم فيها Speed Control Unit
- جهاز راسم ذبذبات Oscilloscope.
- مولد إشارات Function Generator

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.

- وصل التجربة كما هو موضح في الصورة ١ .



الصورة ١ : توصيلة التحكم في السرعة

- 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.

التحكم الآلي في السرعة

كانت عملية التحكم الآلي في سرعة آلة البخار التي نفذها لأول مرة جامس واط سنة ١٧٦٩ أول تطبيق صناعي لتكنلوجيا التحكم الآلي. واليوم نجد تطبيقات التحكم في السرعة مستعملة في كل ميادين القيادة التكنولوجية وفي كثير من ميادين القيادة الكهربائية وخاصة في المحركات الصغيرة. مثل مستلزمات البيت والأجهزة الاستهلاكية المنزلية(مسجلات،وآلات الحفر، وآلات المطابخ....).

التحكم الآلي في السرعة

السرعة المتحكم فيها:

جهاز ComLab3 مكون من معالج مروحة المتحكم فيها من خلال الجهد عند القاعدة ys. ومحول الطاقة الكهروضوئي يحول السرعة إلى جهد مستمر متناسب مع هذه السرعة يمكن قياسه عند القاعدة xs . ويمكن كذلك استخدام الصوت للتحكم في سرعة المحرك باستخدام متكلم كهروصوتي.

التحكم الآلي في السرعة

تحليل النظام المتحكم فيه:

في التجربة التالية تحلل سرعة النظام المتحكم فيه أولا. لهذا نسجل الاستجابة لإشارة خطوة. من هذه الاستجابة يمكننا استنتاج البارمترات (المعاملات) Ks, Tu, Tg

التحكم الآلي في السرعة

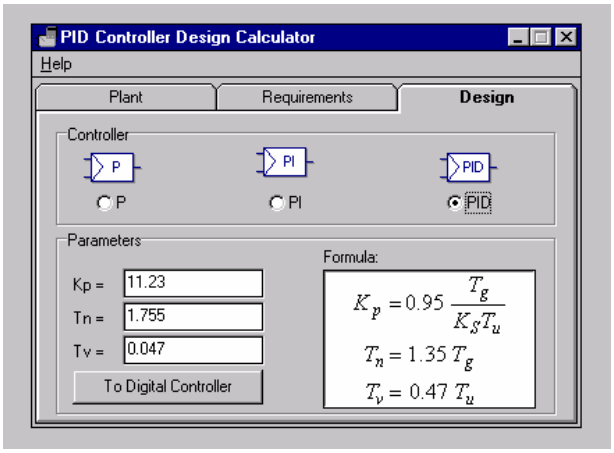
نتيجة:

بالنسبة لسرعة النظام المتحكم فيه نحصل على ما يلي:

معامل التناسب Ks = 1.1

زمن التأخير Tu = 0.1 sec

زمن التعويض Tg = 1.3 sec



الصورة ٢: تحديد معاملات التناسب، وزمن التاخير، وزمن التعويض.

التحكم الآلي في السرعة

تصميم المتحكم:

الآن بإمكانك تصميم حاكم PID لاستجابة جيدة ذات تعد بتغيير إشارة الدخل بمراعاة قوانين البحث عن الحل الأمثل المذكورة سابقا واختبارها في حالة الحلقة المغلقة.

التحكم الآلي في السرعة

نتيجة

بالاعتماد على قوانين البحث عن الحل الأمثل نحصل على القيم التالية للحاكم PID:

المعامل التناسبي(Ks أو Kp) Kp = 11

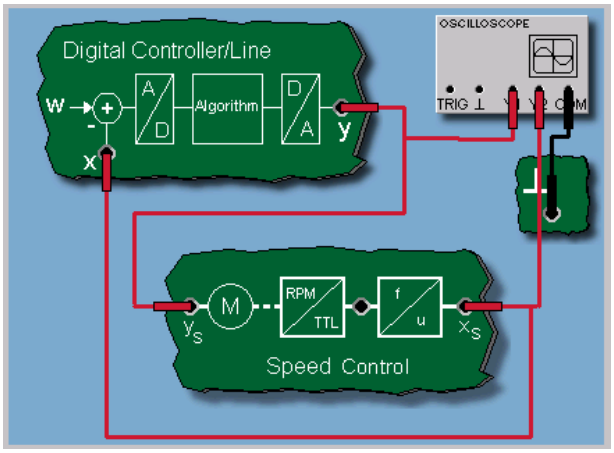
زمن الإعادة للوضع الأصلي: Tn = 1.8 sec

ومعدل زمني: Tv = 0.05 sec

التحكم الآلي في السرعة

التحكم في الحلقة المغلقة

في التجربة التالية ندرس استجابة النظام في حالة الحلقة المغلقة وضبط الحاكمات عند تغير إشارة الدخل.



الصورة ٣: توصيل التجربة في حالة حلقة مغلقة

التحكم الآلي في السرعة

نتيجة

بسبب قيمة الكسب Kp العالية نلاحظ تذبذب المتغيرة المعالجة. وهذا يؤدي بالحاكم بالوصول إلى +v١٠ و -v١٠ على التوالي. وبالتالي فإن المتغيرة المتحكم فيها تحوم حول قيمة الدخل. ولتصحيح استجابة الحاكم يجب تعديل قيم الكسب Kp.

التحكم الآلي في السرعة

ملخص:

بعد تغيير المعاملات نلاحظ تصحيح استجابة الحلقة المغلقة. ويمكن ملاحظة أن استعمال قوانين الحل الأمثل تعطي أفضل تقدير لقيم المعاملات المناسبة للحاكم. وانطلاقا من هذه النتائج تضبط المعاملات يدويا في الأخير.

تقرير التجربة الحادية عشر

اسم المتدرب: رقم المتدرب: التاريخ:

المناقشة والأسئلة:

أي العبارات صحيحة وتنطبق على منحنى خواص المتغيرة المتحكم فيها؟

١ -المتغيرة المتحكم فيها تصل إلى قيمة الدخل.
٢ - المتغيرة المتحكم فيها تصد كلما زاد الزمن.
٣ - المتغيرة المتحكم فيها تستجيب بسرعة لتغير إشارة الدخل.

ملحوظاتك العامة:

تقنية التحكم الآلي - عملي

التحكم الآلي في الإضاءة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الثانية عشرة: التحكم الآلي في الإضاءة

التجربة الثانية عشرة

خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم PID

التحكم الآلي في الإضاءة

Automatic Light Control

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- خطوات تصميم الحاكم الأمثل.
- النظام المتحكم فيه بالتعويض.
- خطوات البحث عن الحل الأمثل حسب شين، وهرونس و ريسويك.
- تصميم برنامج الحاكمPID و PI
- نظام التحكم في الإضاءة.
- تغير الاستجابة بتغير إشارة الدخل.
- تأثير التشويش في استجابة حلقة التحكم.
- نتائج هذه التجارب.

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- وحدة متحكم فيها رقميا Digital Control Line
- جهاز راسم ذبذباتOscilloscope.
- نظام تحكم في الإضاءة Light Control

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.
- وصل التجربة كما هو موضح في الصورة ٢ .
- 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.

التحكم الآلي في الضوء(الإضاءة)

التحكم الآلي في الضوء(الإضاءة) يمكن أن يكون طليقا ، مثلا للمحافظة على شدة الضوء أو الإضاءة ثابتة في محطة شغالة و بهذا نضمن إضاءة مثلى للمحيط. وللحصول على هذا تضبط شدة الإضاءة أوتوماتيا(آليا)، بحيث تبقى دائما شدة إضاءة حتى ولو كانت هناك إضاءة خارجية (ضوء الشمس، أو ستائر لحجب الضوء...).

نظام التحكم الآلي في الضوء(الإضاءة)

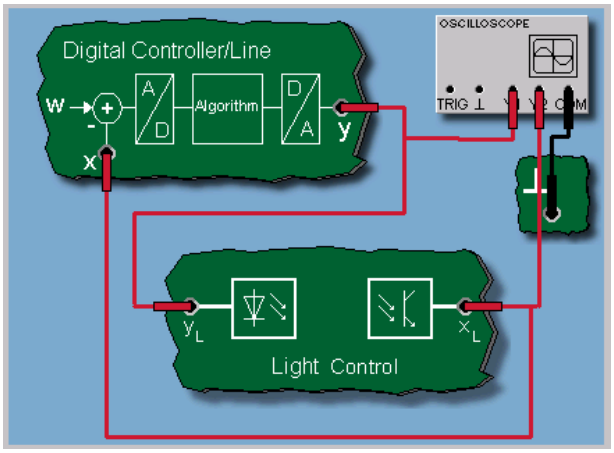
الجهاز ComLab3 يحتوي على نظام تحكم في الضوء آليا. ويتكون من دايود LED كمصدر للضوء. وضوء الدايود ينعكس على لوح عاكس ليمتص من طرف الترانزستور الضوئي. هذا الترانزستور الضوئي يحول القدرة الضوئية إلى جهد مناسب. والضوء المتحكم فيه يظهر تقريبا عملية استجابة تناسبية. هذه تعني أن الاستجابة غير متأخرة زمنيا.

استجابة تغير الدخل مع التشويش لحلقة التحكم في الضوء:

في التجارب التالية سوف ندرس استجابة نظام التحكم في الضوء عند تغير إشارة الدخل مع التشويش عند استخدام حاكم PI.

الاستجابة في حالة حاكم تناسبي P:

بما أن لنظام التحكم في الضوء استجابة تناسبية، فإن النظام المتحكم فيه بحلقة وبحاكم تناسبي سوف يظهر نفس التناسب. فاستجابة المتغيرة المتحكم فيها لا تظهر زمن تأخر بالنسبة لتغير الدخل عند دخل الحلقة. لكن بما أن الحاكم لا يحتوي على عنصر تكاملي I ، فإن قيمة الاستجابة النهائية في حالة الاستقرار للمتغيرة المتحكم فيها لا تتطبق(لا تتزامن) على إشارة الدخل.



الصورة ١ :توصيل تجربة التحكم الآلي في الإضاءة

الاستجابة في حالة حاكم تناسبي تكاملي PI:

بسبب وجود العنصر التكاملي I يكون الحاكم PI قادرا على إزالة أي إشارة خطأ. في التجربة التالية سوف ندرس استجابة النظام المتحكم فيه في حالة وجود التشويش تحت تأثير الحاكم PI.

الاستجابة في حالة التشويش عند استخدام حاكم تناسبي تكاملي PI:

في التجربة التالية ندرس الاستجابة في حالة تشويش ونستخدم حاكما تناسبيا تكامليا PI للتحكم في نظام الإضاءة. ولتنفيذ هذه العملية نشغل مصدر إضاءة (كتشويش) والضوء الإضافي يمر بكاشف ضوئي.

نتيجة:

التغذية الأمامية لضوء التشويش تؤدي في البداية إلى تزايد (تصاعد) في جهد خرج كاشفات الضوء. جهد الخرج هذا هو المتغيرة المتحكم فيها. لكن نلاحظ أن الحاكم يقاوم هذه الزيادة ويصحح المتغيرة المتحكم فيها وتعطيلها إلى الخلف لتقترب من قيمة الدخل v٥، وهذا راجع للحاكم التكاملي I .

التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

معاملات(بارمترات) النظم المتحكم فيها بدون تعويض

توجد كذلك طرق للبحث عن الحل الأمثل حسب شين ،وهرونس و ريزويك للنظم المتحكم فيها بدون تعويض عندما تكون استجابة الخطوة متزايدة ومستقرة خطيا. ولتطبيق هذه الطرق، أولا نحدد قيم معاملات النظام المتحكم فيه أي Kis (معامل الحاكم التكاملي وهذا يعني معامل التزايد الخطي لاستجابة الخطوة) وكذلك Tu (زمن التأخر)

تقرير التجربة الثانية عشرة

اسم المتدرب: رقم المتدرب: التاريخ:

المناقشة والأسئلة:

١. هل تحصلت على كل المنحنيات المعروضة في المقرر النظري؟

٢. قارن تأثير كل من الحاكمات .

٣. ما هو أفضل حاكم في رأيك؟

ملحوظاتك العامة:

تقنية التحكم الآلي - علمي

التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الثالثة عشرة: التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

التجربة الثالثة عشرة

خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم PID

التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

Automatic Control of Controlled Systems Without Compensation

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- خطوات تصميم الحاكم الأمثل.
- النظام المتحكم فيه بالتعويض.
- خطوات البحث عن الحل الأمثل حسب شين، وهرونس و ريسويك.
- معامل الحاكم التكاملي(التزايد الخطي للاستجابة الزمنية) Kis وكذلك زمن التأخير Tu
- تصميم برنامج الحاكمPID و P
- نظام متحكم فيه بدون تعويض(نظام IT1 إلكتروني واختباره في حالة الحلقة المغلقة.
- نتيجة البحث عن الحل الأمثل.
- تحليل مدى التعدي Overshoot.
- نتائج هذه التجارب.

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- وحدة متحكم فيها رقميا Digital Control Line
- جهاز راسم ذبذباتOscilloscope. نظام PT1 و I

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.
- وصل التجربة كما هو موضح في الصورة ٢ .
- 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.

التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

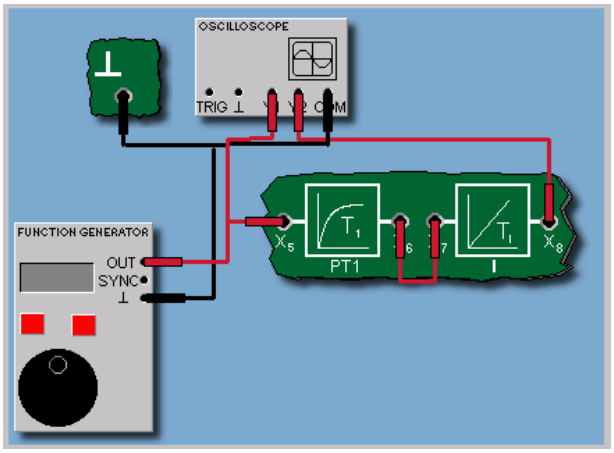
طرق(مسار) البحث عن الحل الأمثل:

كما رأينا عند البحث عن الحل الأمثل في حالة التحكم في النظم بتعويض، توجد أيضا إمكانية وضع متطلبات في حالة الحلقة المغلقة للنظم المتحكم فيها بدون تعويض. هنا يجب اختبار إما الاستجابة الجيدة في حالة تغير الدخل أو الاستجابة الجيدة في حالة التشويش حتى التأثير على تذبذب حلقات التحكم.

التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

توصيل التجربة

في التجربة التالية يجب استعمال طرق البحث عن الحل الأمثل المذكورة سابقا لتصميم حاكم PID رقمي لنظام متحكم فيه بدون تعويض(نظام IT1 إلكتروني) واختباره في حالة الحلقة المغلقة. وللقيام بهذه العملية يجب أولا تحديد قيم بارمترات النظام المتحكم فيه Kis (المعامل التكاملي) و(Tu) زمن التأخير من خلال استجابة النظام للخطوة.



الصورة ١ : توصيلة تجربة النظام المتحكم فيه بدون تعويض

التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

نتيجة :

بمراعاة استجابة الخطوة يمكننا أن نقرأ تقريبا Kis = 1.07 لمعامل التكامل
و Tu = 0.95 sec لزمن التأخير.

التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

تصميم الحاكم

بالاعتماد على معاملات (بارمترات) النظام التي حصلنا عليها نحاول تصميم حاكم PID لاستجابة جيدة بتعد عند تغير الدخل. هنا كذلك نستخدم برنامج التصميم المتوفر في جهاز .ComLab3

التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

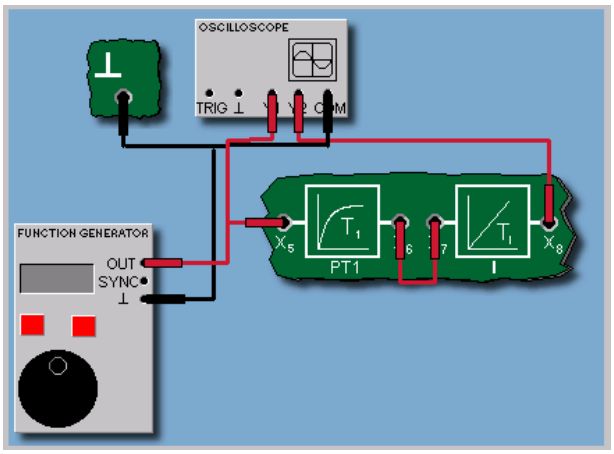
نتيجة

طرق البحث عن الحل الأمثل للحاكم PID تعطينا : Kp = 1.2 وهو المعامل التناسبي. و Tn = 2 sec وهو زمن إعادة الضبط و Tv = 0.4 sec وهو المعدل الزمني.

التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

التحكم في حالة الحلقة المغلقة

التجربة التالية تخص دراسة التحكم في حالة الحلقة المغلقة باستعمال الحاكم الرقمي PID الذي تم تصميمه سابقا.



الصورة ٢ : توصلة تجربة النظام المتحكم فيه بدون تعويض في حالة حلقة مغلقة.

التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

نتيجة

المتغيرة المتحكم فيها تظهر كثيرا من التعديات Overshoots وتقترب ببطء من قيمة الدخل.

التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض

نتيجة

بما أن النظام المتحكم فيه يحتوي على عنصر تكاملي (نظام متحكم فيه بدون تعويض) ، فإشارة الخطأ المتبقي تنزل إلى الصفر ولو بدون عنصر التكامل I للحاكم. في هذه الحالة حلقة التحكم بالحاكم PD تظهر أيضا استجابة أفضل من استجابة الحلقة عند استعمال الحاكم PID. ويبقى هذا صحيحا لمعظم حالات النظم المتحكم فيها وبدون تعويض.

تقرير التجربة الثالثة عشرة

اسم المتدرب: رقم المتدرب: التاريخ:

المناقشة والأسئلة:

١. هل تحصلت على جميع النتائج لهذه التجربة وما هي ملحوظاتك؟

٢. فسر تأثير كل حاكم وقارن بينها.

٣. ما هو أفضل حاكم في رأيك وحسب ما شاهدت.

ملحوظاتك العامة:

تقنية التحكم الآلي

التحكم الآلي بالحاكمات المتقطعة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الرابعة عشرة: التحكم الآلي بالحاكمات المتقطعة

التجربة الرابعة عشرة

التحكم الآلي بالحاكمات المتقطعة

Automatic Control With Discontinuous Controllers

الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على ما يلي:

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- مواصفات الحاكم المتقطع.
- معرفة التخلف المغناطيسي ومدى اختياره.
- استعمال الحاكم المتقطع في التحكم في السرعة.
- تأثير الحاكم الرقمي PI.
- تأثير التشويش في استجابة حلقة التحكم.
- نتائج هذه التجارب.

الأجهزة والمكونات:

- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- وحدة تحكم رقمي Digital Control Line
- جهاز راسم ذبذباتOscilloscope.
- وحدة التحكم في السرعة Speed Control

خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.
- وصل التجربة كما هو موضح في الصورة ٢ .
- استعمل راسم الذبذبات للحصول على الخرج على القناة ، Y_2, 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.

التحكم الآلي بالحاكمات المتقطعة

المتحكم ذو الوضعين:

في نظم التحكم البسيطة سوف تجد أن المتحكمات المتقطعة Discontinuous Controllers تستعمل كثيرا بدلا من الحاكم PID وخاصة الحاكم ذو الوضعين Two-Position Controller . في هذه الحالة لدينا متغيرتان متناوبتان متحكم فيهما (مثلا المتغيرة المتحكم فيها On والمتغيرة المتحكم فيها Off) وتصلح الاثنتان للتحكم في درجة الحرارة. والحاكم ذو الوضعين هو حاكم استاتيكي له خاصية استجابة شبه خطية.

مشكلة الإجهاد:

في الحاكمات ذات الوضعين يكثر من استعمال الفتح والغلق On/Off المستمر، بين النقطتين y = 0 و y = max مباشرة حول قيمة إشارة الدخل إما فوق هذه القيمة بقليل أو تحتها بقليل. وعملية الفتح والغلق هذه تحدث في الحاكمات الميكانيكية (شريط اللوحتين المعدنيتين) تؤدي إلى"الإجهاد rattling" وهذا ما يسبب للمشغل توليد حمل مضاف غير مرغوب فيه.

متحكم ذو وضعين مع تخلف مغناطيسي:

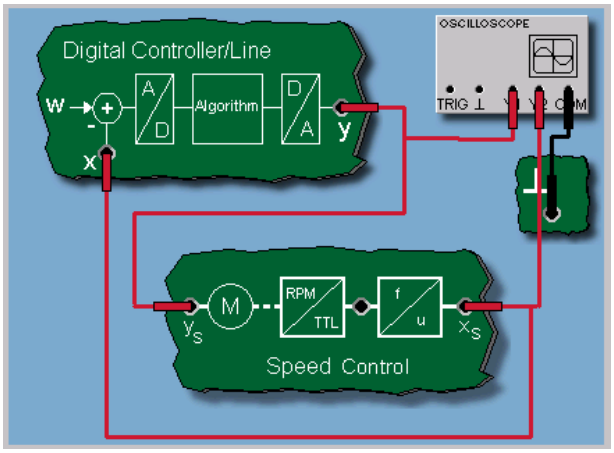
للحد من قيمة معدل التشغيل يمكن إضافة عنصر فرق تفاضلي يسمى تخلف مغناطيسي ((X_{sd} Hysteresis. هذا يعني أن حالتي التشغيل On/Off لا تنفذان مباشرة وإنما يلزمهما وقت تأخر قصير لتنفذ العملية بعد قليل. وهذا يمكن تفسيره بأن الحاكم لا يمكنه أن يفتح أو يغلق مباشرة بعد التشغيل.

تأثير التخلف المغناطيسي:

معدل التشغيل On/Off يمكنه أن يتأثر بالتخلف المغناطيسي Xsd كلما كبر التخلف المغناطيسي كلما قل معدل التشغيل لكن هذا يؤدي إلى تذبذب المتغيرة المتحكم فيها حول قيمة الدخل. إذن اختيار قيمة التخلف المغناطيسي يختلف من مشكل إلى آخر. وهنا نوع النظام المتحكم فيه يلعب دورا أساسيا.

التحكم في السرعة بالحاكم ذي الوضعين:

التجربة التالية تخص التحكم الآلي في السرعة بحاكم ذي وضعين بوجود أو عدم وجود تخلف مغناطيسي. والحاكم ذو الوضعين ينفذ عن طريق الحاكم الرقمي من خلال ComLab3 .



الصورة ١: توصيلة التحكم في السرعة باستخدام حاكم ذي وضعين

نتيجة:

نتيجة حلقة التحكم تبين استجابة نوعية لحلقة مجهزة بحاكم ذي وضعين بدون تخلف مغناطيسي. والمتغيرة المعالجة تقفز بمعدل تغير سريع بين القيمتين النهائيتين الموجبة والسالبة. والقيمة المتحكم فيها تتأرجح بالمثل حول قيمة الدخل بتذبذب مستقر ولا يضعف (غير موهن).

نتيجة:

كلما اخترت قيمة أكبر للتخلف المغناطيسي كلما قلت حركات متغيرة الحاكم المعالجة(معدل الفتح والفلق يتناقص). ومن ناحية ثانية هذا يؤدي إلى سعة المتغيرة المتحكم فيها إلى التذبذب أكثر فأكثر حول قيمة الدخل. وعمليا هذا يعني أنه يجب إيجاد حل وسطي.

تقرير التجربة الرابعة عشرة

اسم المتدرب: رقم المتدرب: التاريخ:

المناقشة والأسئلة:

سؤال:

أوصف نتيجتك.

١. المتغيرة المتحكم فيها تتذبذب (غير موهنة) غير مضعفة حول قيمة الدخل.
٢. المتغيرة المعالجة تقفز إلى الخلف وتتأرجح بين +V١٠ و – V١٠
٣. المتغيرة المعالجة تزداد خطيا.

سؤال:

ما هي العبارات الصحيحة والخاصة بالحاكم ذي الوضعين؟

١. الحاكم ذو الوضعين هو حاكم خطي.
٢. الحاكم ذو الوضعين هو حاكم متقطع.
٣. كلما كان التخلف المغناطيسي(Hysteresis) كبيرا كلما كانت نسبة الفتح والغلق كبيرة.
٤. للحاكم ذي الوضعين متغيرتين متناوبتين.

ملحوظاتك العامة:

تقنية التحكم الآلي - عملي

تمثيل الخطأ

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الخامسة عشرة: تمثيل الخطأ

التجربة الخامسة عشرة

تمثيل الخطأ

Fault Simulation

١ -١ الهدف من التجربة:

يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على :

- الأجهزة المستخدمة في مختبر التحكم Com3Lab
- طريقة تشغيل الكارت الإلكتروني المبني عليه هذا المختبر.
- تمثيل الخطأ في حالة حلقة تحكم في السرعة.
- تحليل الخطأ.
- خطوات البحث عن الحل الأمثل حسب شين، وهرونس و ريسويك.
- تمثيل الخطأ في حالة حلقة تماثلية.
- نتيجة تمثيل الخطأ في حالتي الحاكم التماثلي والحاكم الرقمي.

١ -٢ الأجهزة والمكونات:

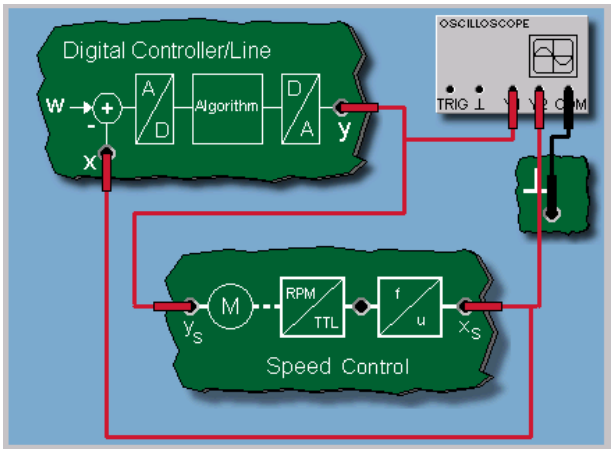
- مصدر التغذية (Power Supply)
- الكارت الإلكتروني.
- وحدة حاكم تماثليAnalog Controller
- جهاز راسم ذبذباتOscilloscope.
- وحدة PT1

١ -٣ خطوات إجراء التجربة:

- شغل لوحة العمليات وأجب عن الأسئلة التي تسمح لك بمواصلة العمل.
- وصل التجربة كما هو موضح في الصورة ١ .
- استعمل راسم الذبذبات للحصول على الخرج على القناة ، Y2,Y1.
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة.
- قم بتشغيل التجربة وسجل إشارة القناة Y1وY2 على راسم الذبذبات.

تمثيل الخطأ

تمثيل الخطأ في حالة حلقة تحكم في السرعة



الصورة ١: توصيلة تمثيل الخطأ في حالة الحاكم الرقمي

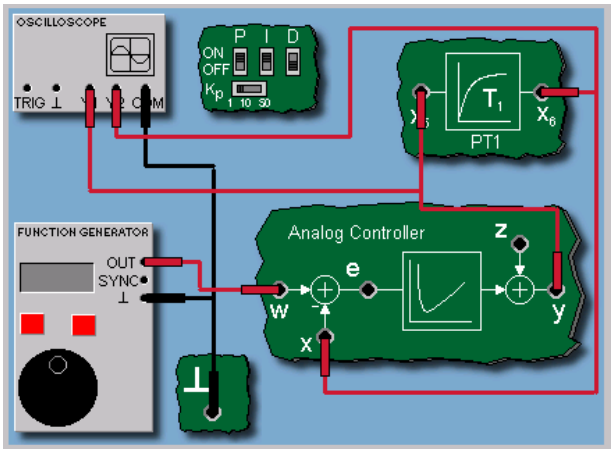
في التجربة التالية سوف نحلل الخلل الذي يحدث في حلقة التحكم في السرعة. فحلقة التحكم تتمثل في النظام المتحكم في سرعته وكذلك الحاكم الرقمي والممثل بالحاكم PI.

تحليل الخطأ

من منحنى المتغيرة المتحكم فيها ، نلاحظ وجود إزاحة(Offset) (أو جهد تشويش) قيمته تقريبا ٣,٥v موجود عند قيمة خرج للنظام المتحكم فيه Xs. هذا يعني أنه عند تغير قيمة الدخل (الخطوة) للجزء الأمامي يؤدي إلى قيمة متحكم فيها.

تمثيل الخطأ

تمثيل الخطأ في حالة حلقة تحكم تماثلية



الصورة ٢: توصيلة تمثيل الخطأ في حالة الحاكم التماثلي

الهدف هو تتبع مصدر خطأ في حلقة تحكم باستعمال حاكم تماثلي. والحاكم التماثلي يشغل كحاكم PI. والنظام الإلكتروني PT1 يستعمل كنظام متحكم فيه.

تمثيل الخطأ

تحليل الخطأ

المتغيرة المتحكم فيها تفوق قيمة الدخل. هذا يمكن الاعتقاد أن يكون سببه قطع(Break) في حلقة التغذية الخلفية. والقياسات على اللوحة يمكن أن تؤكد هذا. بينما المتغيرة المتحكم فيها (القاعدة x) في الحاكم التماثلي يمكن قياسها. وإشارة الدخل يمكن قياسها عند القاعدة(e) . ويمكن حديد القطع بين المتغيرة المتحكم فيها X ونقطة التجميع داخل الحاكم التماثلي.

تقرير التجربة الخامسة عشرة

اسم المتدرب: رقم المتدرب: التاريخ:

المناقشة والأسئلة:

١. **ما مدى تأثير الحاكم التماثلي؟**

٢. **ما مدى تأثير الحاكم الرقمي؟**

٣. **قارن بين الحاكمين التماثلي والرقمي حسب النتائج.**

٤. **ماذا تتوقع أن يكون الخطأ؟**

١. انقطاع التغذية الخلفية للمتغيرة المتحكم فيها.
٢. إزاحة جهد مضاف إلى المتغيرة المتحكم فيها(قاعدة التوصيل (S).
٣. إزاحة جهد مضاف للمتغيرة المعالجة (قاعدة التوصيل Y) للحاكم الرقمي.

ملحوظاتك العامة:

تقنية التحكم الآلي - عملي

أساسيات استخدام برنامج ماتلاب في التحكم الآلي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة السادسة عشرة: أساسيات استخدام برنامج ماتلاب في التحكم الآلي

التجربة السادسة عشرة

أساسيات استخدام برنامج ماطلاب في التحكم الآلي

MATLAB Software Fundamentals in Control Systems

الغرض من التجربة :

يتدرب المتدرب من خلال هذه الحصة على استعمال برنامج ماطلاب.

- أساسيات ماطلاب MATLAB الحسابية.
- و SIMULINK

الأجهزة ومكونات التجربة :

- جهاز حاسب
- برنامج MATLAB و Simulink مع احتوائه على الأدوات الرياضية التي يمكن استعمالها في الحسابات والرسومات وهو Control Tool Box.

بعد تشغيل برنامج ماطلاب

تعرف دالة التحويل كما يلي:

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

حيث: $n(s)$ 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 كالتالي:

» p=[1 3 1];

يجب إدخال جميع المعاملات حتى التي تساوي الصفر.

مثال: أدخل كثيرة الحدود التالية:

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

معامل s^2 هنا يساوي صفرا ، ومن ثم تكون المعاملات كالتالي:

فندخلها عل شكل صف 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:

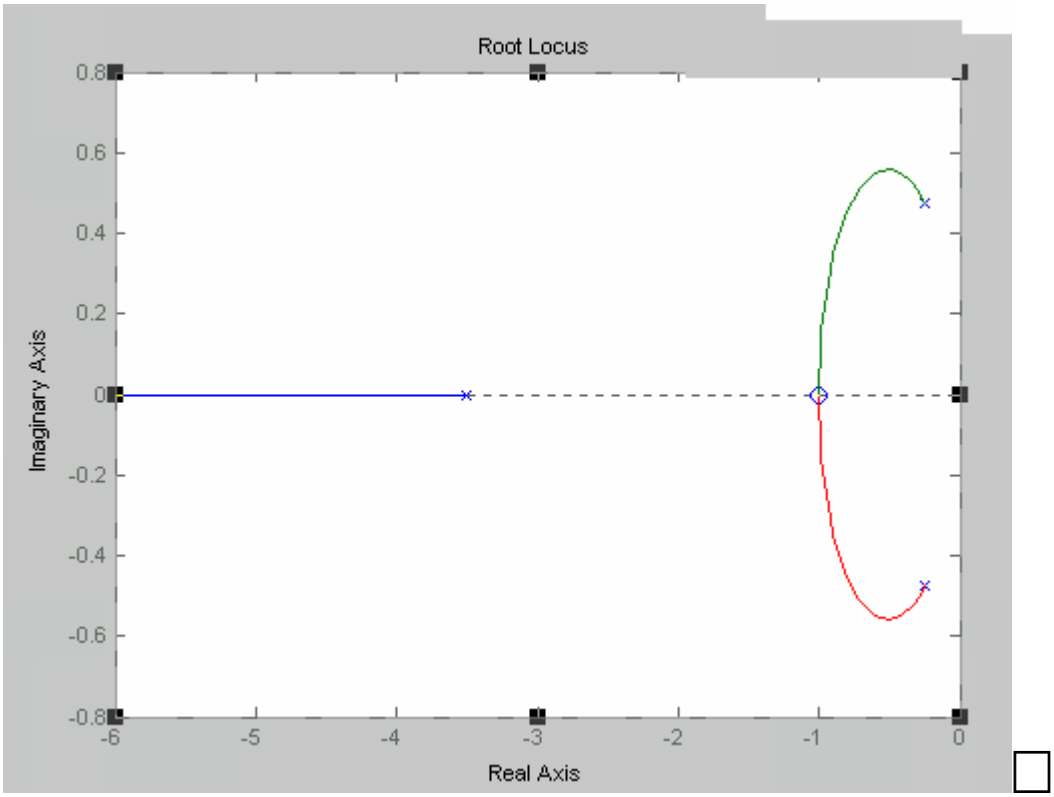
»n=[1 2 1];
»d=[1 4 2 1];
) »roots(n

= ans

-1
-1

»roots(d)

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



o للرجوع إلى دالة التحويل انطلاقا من المعاملات:

»n=[1 2 1]
»d=[1 4 2 1]
»sys=tf(n,d]

- Transfer function: $\frac{s^2 + 2s + 1}{s^3 + 4s^2 + 2s + 1}$

وعندما نريد رسم جذور البسط التي تمثل الأصفار وجذور المقام التي تمثل الأقطاب نكتب:

rlocus(n,d) »

بعض الحالات تستوجب رسم البسط لوحده والمقام لوحده.

« (Roots(n

« (roots(d

« (rlocus(n

« (rlocus(d

«

لمسح الرسم من الشاشة نسنعمل: clf »

لمسح البرنامج من الشاشة نستعمل: clc »

عندما نريد رسم الاستجابة الزمنية عندما تكون إشارة الدخل إشارة قفزة:

«[n=[1 2؛

«(d=[1 4 3]; »step(n,d

استعمال SIMULINK

SIMULINK

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

لرسم مخطط باستعمال Simulink نقوم بما يلي:

بعد فتح صفحة خاصة بالنظام:

أولا: نرسم المخطط الذي نريد أن نمثله على ورق خارجي.

ثانيا: نفتح SIMULINK بالنقر على أيقونةSIMULINK فتظهر نافذة مكتوب عليها Untitled و نافذة المكتبة Library: Simulink/Sources التي تحوي أيقونات المصادر (Sources) ووسائل العرض (Sinks) والنظم الخطية (Linear) وأمثلة عرض (Demos)....

ثالثا: ننقر مرتين على أيقونة المصادر (Sources) ثم Sinks ونختار رمز العنصر الذي نريد وضعه في المخطط. ننقر مرتين على أيقونة Linear ونختار الأنظمة المراد استخدامها واحدة تلو الأخرى ونسحبها على الصفحة المخصصة للرسم (drag and drop) في نافذة النموذج. وهكذا نموذج بعد نموذج حتى نهاية النظام.

رابعا: لتشغيل المحاكاة ننقر على Simulation ثم Start

خامسا: للحصول على **النتائج** ننقر مرتين على أيقونة جهاز العرض Scope فتظهر الاستجابة .

تطبيقات:

١ - لدينا دالة التحويل التالية: $G(s)= (s+1)/s(s+2)(s+3)$

٢ - $G(s)= 2/(s+1)(s+2)$

- أوجد الأصفار والأقطاب باستخدام برنامج ماطلاب.

ارسم الاستجابة الزمنية لإشارة الخطوة باستخدام Simulink

تقنية التحكم الآلي - عملي

تحليل الاستجابة الزمنية لأنظمة الرتبة الأولى

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة السابعة عشرة: تحليل الاستجابة الزمنية لأنظمة الرتبة الأولى

التجربة السابعة عشرة

تحليل الاستجابة الزمنية لأنظمة الرتبة الأولى

الغرض من التجربة:

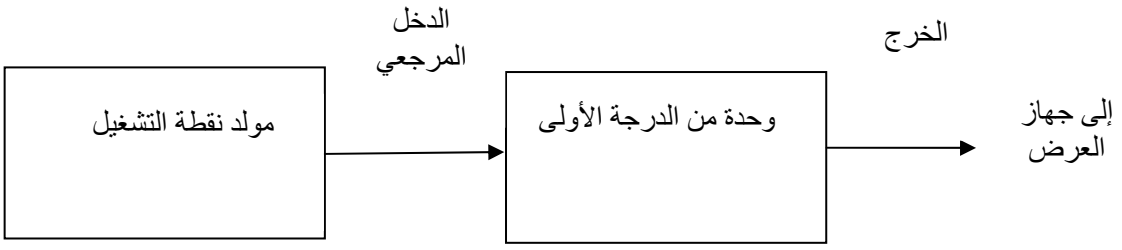
يتعرف المتدرب من خلال هذه التجربة على :

- المواصفات الزمنية لأنظمة الرتبة الأولى
- طريقة الحصول على منحنى الاستجابة الزمنية لنظام من الرتبة الأولى
- طريقة الحصول على معامل الكسب من منحنى الاستجابة
- طريقة الحصول على الثابت الزمني من منحنى الاستجابة
- طريقة الحصول على زمن الاستقرار من منحنى الاستجابة
- طريقة الحصول على المعادلة الزمنية ودالة التحويل لنظام من الرتبة الأولى.

الأجهزة والمكونات

- مصدر التغذية (Power Supply)
- مولد نقطة التشغيل (Set Point Generator)
- وحدة محكومة من الدرجة الأولى (First Order Controlled Unit)
- أجهزة قياس الجهد
- أجهزة عرض (حسب الأجهزة المتوفرة في المختبر): راسم (Plotter) أو مسجل (Chart Recorder)، أو راسم ذبذبات (Oscilloscope)
- برنامج ماطلاب.

مخطط التجربة:



الشكل ١-١ مخطط التجربة الأولى

خطوات إجراء التجربة:

- قم بتوصيل الأجهزة وفق الشكل ١ -١
- اضبط قيمة دخل الوحدة المحكومة عن طريق مولد نقطة التشغيل عند قيمة E
- قم بمعايرة جهاز العرض
- قبل تشغيل التجربة اطلب من المسؤول عن المختبر مراجعة التوصيلات ومعايرة الأجهزة

تسجيل النتائج:

- من منحنى الاستجابة سجل قيم المقادير التالية:
  - قيمة الخرج عند حالة الاستقرار:

$$y_{ss}=$$

  - معامل الكسب:

$$G=\frac{y_{ss}}{E}=$$

  - قيمة الخرج عند الثابت الزمني:

$$y(\tau)=0.63y_{ss}=$$

  - قيمة الثابت الزمني

$$\tau=$$

المناقشة والأسئلة

احسب زمن الاستقرار t_s

$ts=$

سجل قيم الخرج عند مضاعفات الثابت الزمني في الجدول التالي

الزمن	τ	2τ	3τ	4τ
قيمة الخرج				

استخدام ماطلاب:

دالة التحويل =الخرج ÷ الدخل

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

$$G(s)=\frac{(s+2)}{(s^2+4s+3)}$$

```
n=[1 2];
d=[1 4 3];
step(n,d)
```

استخدام Simulink

نبحث عن step

نبحث عن Fcn

نبحث عن scope

ونوصل هذه الأجهزة كما في الشكل فنحصل على استجابة نظام من الرتبة الأولى.

ننقر Simulation ثم Start

ثم ننقر مرتين على scope فنحصل على الاستجابة الزمنية.

تقنية التحكم الآلي - عملي

استخدام برنامج MATLABلدراسة الاستجابة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الثامنة عشرة: استخدام برنامج MATLABلدراسة الاستجابة الترددية

التجربة الثامنة عشرة

استخدام برنامج MATLABلدراسة الاستجابة الترددية

لنظم الرتبة الأولى ونظام الرتبة الثانية

الهدف من التجربة:

- استخدام MATLAB لدراسة الاستجابة الترددية لنظم الرتبة الأولى ونظام الرتبة الثانية.

الأجهزة ومكونات التجربة :

- جهاز حاسب
- برنامج MATLAB ومعه Simulink و Control Tool Box

أولا: نشغل برنامج MATLAB وستفتح نافذة أوامر ماتلاب (MATLAB Command Window)، كما يلي:

To get started, type one of these: helpwin, helpdesk, or demo.
For product information, visit www.mathworks.com.

الشكل العام لنظام من الرتبة الأولى:

$$G(s) = \frac{K}{\tau s + 1} = \frac{n(s)}{d(s)}$$

$$G(s) = \frac{K}{\tau s + 1} = 10/(1S + 1) = \frac{n(s)}{d(s)}$$

ندخل الأوامر التالية من خلال نافذة الأوامر:

```
» K=10;
» tau=1;
» n=k;
» d=[tau 1];
» bode(n,d)
```

τ تمثل الثابتة الزمنية.

K تمثل الكسب.

لاستعراض المنحنى ننقر على Figure No.1

لتثبيت لمنحنى ندخل الأمر

```
» hold
Current plot released
```

يمكن إعادة العملية بتغيير قيم K كما يلي:

K	1	20	50	0.1

لتحرير الشاشة :

```
» hold
Current plot released
```

نغير قيم الثابتة الزمنية ونلاحظ تأثيرها على الاستجابة :

```
:» k=1;
» tau=1;
» n=k;
» d=[tau 1];
» bode(n,d)
» hold

Current plot held
```

نغيرtau كما يلي في نفس البرنامج.

Tau	0.1	0.5	2	5

يمكننا معرفة قيم الكسب بالديسبل DB في أي نقطة من منحنى الكسب بالضغط بالفأرة على المنحنى. فنحصل على التردد والكسب.

كما يمكننا الحصول على قيم زاوية الطور بالضغط بالفأرة على نقطة في منحنى الطور فنحصل على قيمة زاوية الطور والتردد.

- احسب قيم التردد المناسبة للكسب K
-

0.1	100	50	1	K
				ω_d

أسئلة ومناقشة

- ما مدى تأثير تغير الكسب على الاستجابة الترددية؟

ما مدى تأثير تغير قيمة الثابت الزمني tau على الاستجابة الترددية ؟

نظام الرتبة الثانية:

الشكل العام لنظام الرتبة الثانية:

$$G(s) = \frac{\omega_0^2}{s^2 + 2\zeta\omega_0 s + \omega_0^2} = \frac{n(s)}{d(s)}$$

حيث البسط: $n(s) = \omega_0^2$

والمقام: $d(s) = s^2 + 2\zeta\omega_0 s + \omega_0^2$

في البرنامج نختار الرموز كالتالي:

ω_0 = Omegaz
ζ =zeta

```
» omegaz=4;
» zeta=2;
» n=omegaz^2;
» d=[1 2*zeta*omegaz + omegaz^2];
» bode(n,d)
```

نحصل على المنحنى كما سبق من خلال Figure 1

```
» hold
Current plot released
```

نكرر الخطوات حسب قيم الجدول التالية: لمعامل التخميد zeta (ζ)

ζ	1	0.5	0.1	0.05

لتحرير الشاشة ودراسة تأثير التردد ω_0 على شكل الاستجابة ندخل الأمر التالي:

```
» hold
Current plot released

» zeta=0.1;
» omegaz=4;
» n=omegaz^2;
» d=[1 2*zeta*omegaz + omegaz^2];
» bode(n,d)
» hold
Current plot held
```

نكرر الخطوات السابقة مع تغيير قيمة omegaz (ω_0)

ω_0	8	16	64	128

للحصول على قيم الكسب بـ dB اضغط بالفأرة على نقطة في منحنى الكسب وستظهر قيمة التردد والكسب عند هذا التردد

وللحصول على قيم زاوية الطور اضغط بالفأرة على نقطة في منحنى الكسب وستظهر قيمة التردد وزاوية الطور عند هذا التردد

تسجيل النتائج

- الصق المنحنيات على الصفحة الفارغة
- قيمة تردد عبور الكسب مع قيم ω_0 المختلفة

ω_0	8	16	64	128
ω_d				

أسئلة ومناقشة

- ما هو تأثير تغيير قيمة نسبة الإخماد على الاستجابة الترددية لنظم الرتبة الثانية.
- ما هو تأثير تغيير قيمة تردد الرنين على الاستجابة الترددية لنظم الرتبة الثانية.

ماذا نستخلص من هذه التجربة ؟

تقنية التحكم الآلي - عملي

خصائص الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي PID

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة التاسعة عشرة: خصائص الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي PID

التجربة التاسعة عشرة

خصائص الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي PID

الهدف من التجربة:

- تحليل إشارة الخطأ عند استخدام الحاكم PID, PD, PI
- تأثير العنصر PI على الاستجابة.
- تأثير العنصر PD على الاستجابة.
- تأثير العنصر PID على الاستجابة.

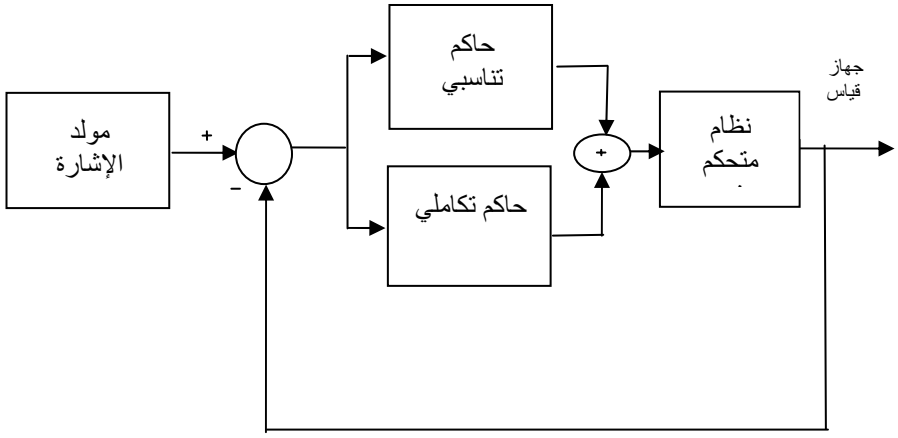
الأجهزة ومكونات التجربة :

- مصدر التغذية
- مولد إشارة.
- عنصر مقارنة.
- نظام متحكم فيه.
- عنصر الحاكم التناسبي
- عنصر الحاكم التكاملي
- عنصر الحاكم التفاضلي.
- وحدة تجميع
- أجهزة قياس الجهد
- جهاز عرض لإشارة الخرج.

خصائص الحاكم التناسبي التكاملي:PI

نبدأ بدراسة تأثير الحاكم التناسبي -التكاملي.

مخطط التجربة:



الشكل -١ مخطط الحاكم التناسبي التكاملي على التوازي

خطوات إجراء التجربة:

- نقوم بمعايرة الأجهزة.
- توصيل التجربة حسب الشكل١.
- نضبط إشارة الدخل E.
- نضبط معامل الحاكم التناسبي على قيمة معينة Kp، ومعامل الحاكم التكاملي على قيمة معينة Ki .
- نرسم استجابة النظام المتحكم فيه .
- نسجل في الجدول التالي القيم المطلوبة انطلاقا من منحنى الاستجابة.

الدخل (فولت)	الخرج (فولت)	الخطأ (فولت)	النسبة المئوية للخطأ

- ثبت قيمة معامل الحاكم التناسبي Kp ونغير لعدة مرات معامل الحاكم التكاملي KI ونرسم استجابة النظام.
- ثبت معامل الحاكم التكاملي Ki على قيمة معينة ونغير لعدة قيم معامل الحاكم التناسبي ونرسم استجابة النظام.

أسئلة ومناقشة:

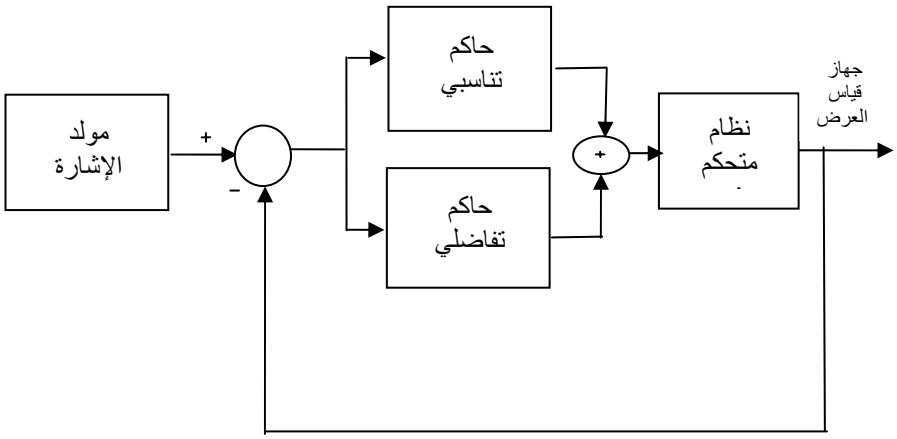
- ما تأثير الحاكم التناسبي التكاملي PI عل إشارة الخطأ
- ما تأثير العنصر التكاملي من الحاكم PI على شكل الاستجابة.
- ما تأثير الجزء التناسبي من الحاكم PI على شكل الاستجابة

لخص نتائج هذه التجربة

خصائص الحاكم التناسبي التفاضلي:PD

تأثير الحاكم التناسبي التفاضلي:

مخطط التجربة:



الشكل ٢- مخطط الحاكم التناسبي-التفاضلي على التوازي

خطوات إجراء التجربة:

- نقوم بمعايرة الأجهزة.
- توصيل التجربة حسب الشكل١.
- نضبط إشارة الدخل *E*.
- نضبط معامل الحاكم التناسبي على قيمة معينة Kp، ومعامل الحاكم التكاملي على قيمة معينة Kd .
- نرسم استجابة النظام المتحكم فيه .
- نسجل في الجدول التالي القيم المطلوبة انطلاقا من منحنى الاستجابة.

الدخل (فولت)	الخرج (فولت)	الخطأ (فولت)	النسبة المئوية للخطأ

- ثبت قيمة معامل الحاكم التناسبي Kp ونغير لعدة مرات معامل الحاكم التكاملي Kd ونرسم استجابة النظام.
- ثبت معامل الحاكم التكاملي Kd على قيمة معينة ونغير لعدة قيم معامل الحاكم التناسبي Ki ونرسم استجابة النظام.

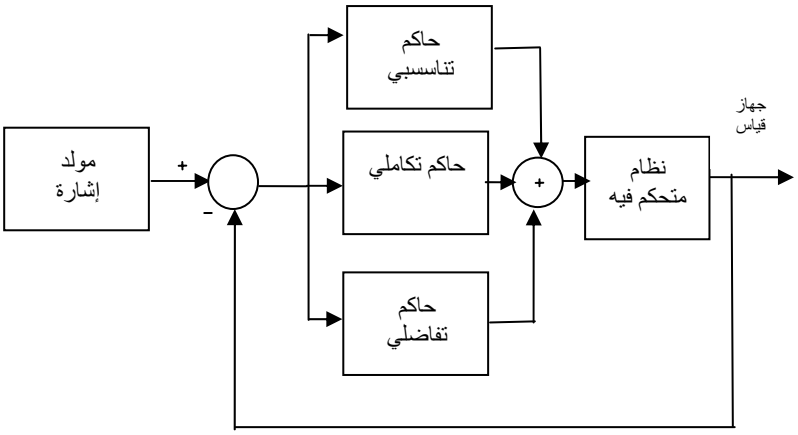
أسئلة ومناقشة:

- ما تأثير الحاكم التناسبي التكاملي PD على إشارة الخطأ؟
- ما تأثير العنصر التفاضلي من الحاكم PD على شكل الاستجابة؟
- ما تأثير الجزء التناسبي من الحاكم PD على شكل الاستجابة؟

لخص نتائج هذه التجربة

الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي PID

مخطط التجربة:



الشكل ٣- مخطط PID على التوازي

الدخل (فولت)	الخرج (فولت)	الخطأ (فولت)	النسب المئوية للخطأ
E			

- ثبت قيمة معامل العنصر التناسبي Kp وقيمة معامل العنصر التفاضلي Kd ثم نغير معامل العنصر التكاملي Ki ونرسم استجابة النظام.
- ثبت قيمة معامل العنصر التكاملي Ki وقيمة معامل العنصر التفاضلي Kdثم نغير معامل الجزء التناسبي Kp ونرسم استجابة النظام.

أسئلة ومناقشة

- ما هو تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي على إشارة الخطأ؟
- ما تأثير العنصر التكاملي من الحاكم PID على الاستجابة؟
- ما تأثير الجزء التناسبي من الحاكم PID على الاستجابة؟
- ما تأثير الجزء التفاضلي من الحاكم PID على الاستجابة؟

لخص نتائج هذه التجربة

تطبيق

استخدام MATLAB لدراسة التحكم في سرعة محرك بواسطة حاكم PID

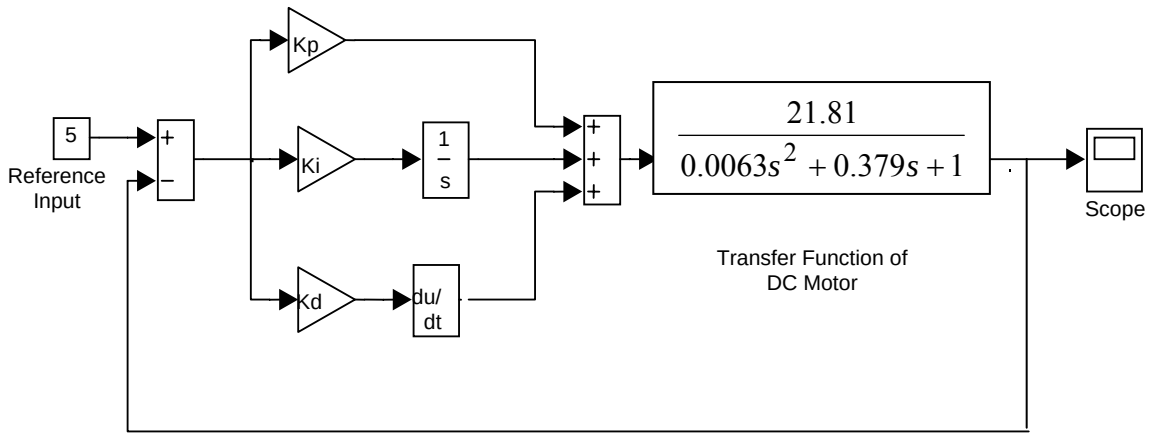
الهدف من التجربة :

- 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.

الأجهزة ومكونات التجربة :

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

مخطط التجربة:



الشكل ٤- مخطط التجربة Simulink

خطوات إجراء التجربة:

نشغل برنامج ماطلاب ، وستفتح نافذة أوامر ماطلاب (MATLAB Command Window)، تحتوي على ملحوظات أولية ثم الرمز ((في بداية السطر كالآتي:

- To get started, type one of these: helpwin, helpdesk, or demo.
- For product information, visit www.mathworks.com.

))

ثم ننقر على أيقونة SIMULINK

نرسم مخطط المحاكاة الموضح في مخطط التجربة باستعمال Simulink

باعتبار: $K d = 1$, $Kp = 1$, ثابتتين ونغير قيم Ki حسب الجدول التالي:

Ki	0.1	1	5

وننقر على Simulation ثم Start

لاستعراض المنحنى ننقر مرتين على رمز Scope

باعتبار $K d = 1$, $Ki = 1$, ثابتتين ونغير قيم Kp حسب الجدول التالي:

Kp	0.5	1	5

١ - ننقر مرتين على Simulation ثم Start

٢ - ننقر مرتين على رمز Scope

باعتبار $K p = 1$, $Ki = 1$, ثابتتين ونغير قيم Kd حسب الجدول التالي:

Kd	1	2	5

أسئلة ومناقشة

- ما تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي عل إشارة الخطأ؟
- ما تأثير الجزء التكاملي من الحاكم PID على الاستجابة؟
- ما تأثير الجزء التناسبي من الحاكم PID على الاستجابة؟
- ما تأثير الجزء التفاضلي من الحاكم PID على الاستجابة؟

لخص نتائج هذه التجربة

تقنية التحكم الآلي - عملي

التحكم في وضعية محرك تيار مستمر Dc

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة العشرون : التحكم في وضعية محرك تيار مستمر Dc MOTOR

التجربة العشرون

التحكم في وضعية محرك تيار مستمر Dc MOTOR

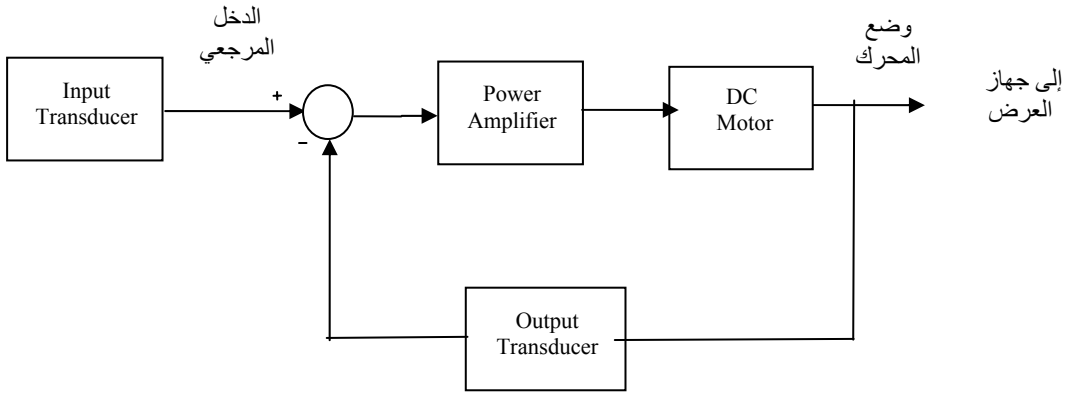
الهدف من التجربة :

- التحكم في وضعية محرك تيار مستمر DC Motor باستخدام حلقة مغلقة
- رسم الاستجابة في حالة حلقة مغلقة.
- معرفة مواصفات الاستجابة في حالة حلقة مغلقة.
- رسم مواصفات المحرك

الأجهزة ومكونات التجربة :

- مصدر التغذية
- محول طاقة الدخل (Input Transducer)
- محول طاقة الخرج (Output Transducer)
- مكبر قدرة
- عنصر المحرك
- عنصر مقارنة
- جهاز عرض الخرج.

مخطط التجربة:



الشكل ١- مخطط تجربة المحرك DC

خطوات إجراء التجربة:

- توصل التجربة ومعايرة الأجهزة.
- مراجعة التوصيلات من طرف مراقب المختبر.
- سجل منحنى الاستجابة على جهاز العرض.
- حدد قيمة الزاوية التي يستقر عندها وضع المحرك في الجدول.
- غير زوايا الدخل و سجل في كل مرة منحنى الاستجابة.
- سجل قيمة الزاوية التي يستقر عندها وضع المحرك .

تسجيل النتائج:

سجل النتائج في الجدول التالي:

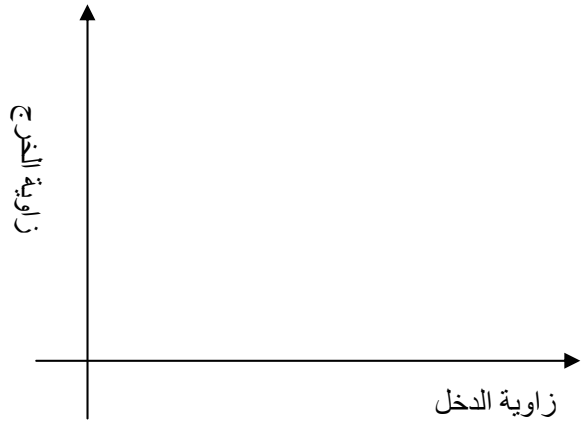
زاوية الدخل (درجات)	زاوية الخرج (درجات)	الخطأ (درجات)	النسبة المئوية للخطأ
30			

أسئلة ومناقشة:

من منحنى الاستجابة نحسب الآتي:

- زمن الاستقرار: $t_s =$
- كسب النظام: $G =$
- الخطأ عند حالة الاستقرار: $e_{ss} =$
- النسبة المئوية للخطأ: **e٪=**

نرسم مواصفات المحرك (العلاقة بين زاوية الدخل والزاوية التي استقر عندها النظام)



الشكل ٢ - مواصفات المحرك

استخلص نتائج التجربة

تطبيق

استخدام MATLAB لدراسة التحكم في وضع محرك بواسطة حاكم PID

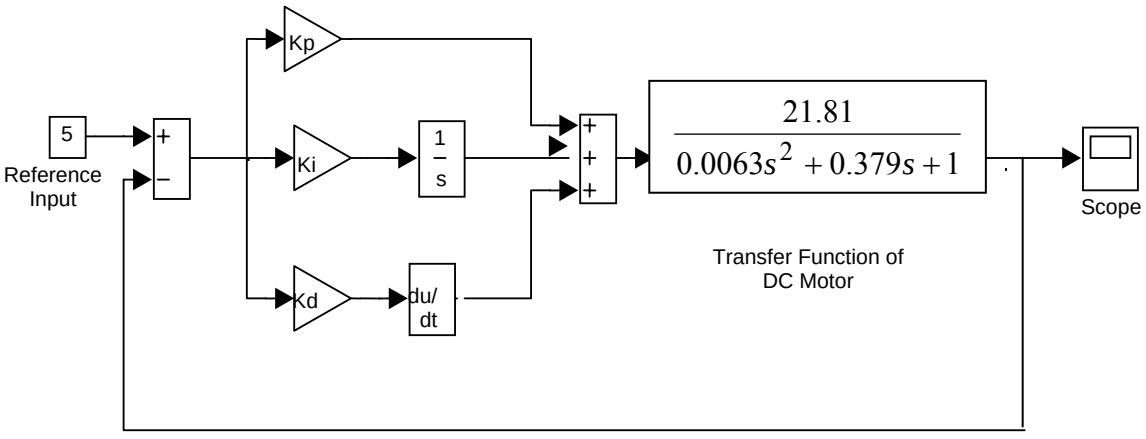
الهدف من التجربة :

- 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.
- تأثيرالعنصرالتفاضلي من الحاكم PID على استجابة النظام المتحكم فيه.

الأجهزة ومكونات التجربة :

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

مخطط التجربة:



الشكل ٤- مخطط التجربة Simulink

خطوات إجراء التجربة

أولا: شغل برنامج ماتلاب ، وستفتح نافذة أوامر ماتلاب (MATLAB Command Window) ، تحتوي على ملحوظات أولية ثم الرمز ((في بداية السطر كالآتي:

- To get started, type one of these: helpwin, helpdesk, or demo.
- For product information, visit www.mathworks.com.

))

ثانيا: ننقر على أيقونة SIMULINK

ثالثا: نرسم مخطط المحاكاة الموضح في مخطط التجربة.

٣ - نثبت قيم $K_d = 1$, $K_p = 1$, ونغيرقيم K_i كما يلي:

K_i	0.1	1	5

وننقر على Simulation ثم Start

لاستعراض المنحنى ننقر مرتين على رمز Scope

٤ - نثبت قيم $K_d = 1$, $K_i = 1$, ونغير قيم K_p كما يلي:

K_p	0.5	1	5

٥ - ننقر مرتين على Simulation ثم Start

٦ - ننقر مرتين على رمز Scope

٧ - نثبت قيم $K_p = 1$, $K_i = 1$, ونغير قيم K_d حسب الجدول

K_d	1	2	5

أسئلة ومناقشة

ما تأثير الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي على إشارة الخطأ؟

ما تأثير الجزء التكاملي من الحاكم PID على الاستجابة؟

ما تأثير الجزء التناسبي من الحاكم PID على الاستجابة؟

ما تأثير الجزء التفاضلي من الحاكم PID على الاستجابة؟

لخص نتائج هذه التجربة

تقنية التحكم الآلي - عملي

التحكم في سرعة محرك تيار مستمر

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الوحدة الحادية والعشرون : التحكم في سرعة محرك تيار مستمر

التجربة الحادية والعشرون

التحكم في سرعة محرك تيار مستمر

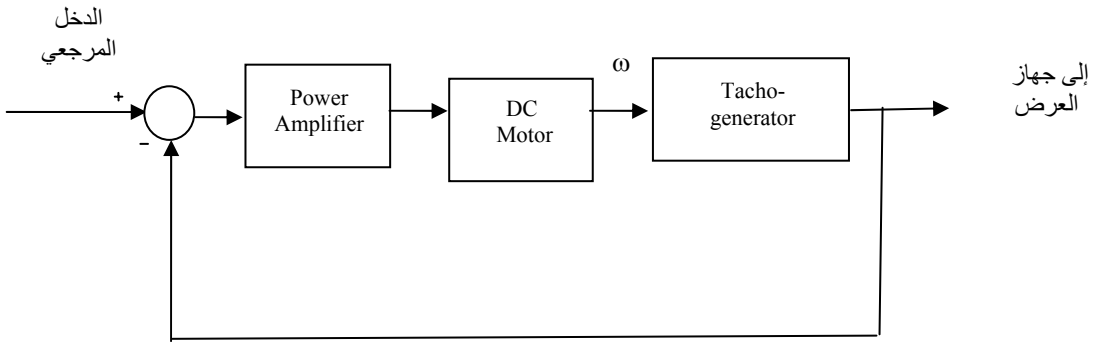
الهدف من التجربة :

- دراسة سرعة محرك تيار مستمر DC Motor في حلقة تحكم مغلقة.
- رسم العلاقة بين جهد الدخل وخرج جهاز قياس الدوران
- رسم العلاقة بين جهد الدخل وسرعة دوران المحرك
- رسم الاستجابة

الأجهزة ومكونات التجربة :

- مصدر التغذية
- محرك تيار مستمر DC Motor
- مقياس الدوران Tachogenerator
- مكبر القدرة Power Amplifier
- وحدة مقارنة
- أجهزة قياس الجهد
- ساعة
- أجهزة عرض .

مخطط التجربة:



الشكل ١ مخطط تجربة التحكم في سرعة

خطوات التجربة:

- توصيل التجربة حسب الشكل١ بعد معايرة الأجهزة.
- تشغيل التجربة .
- بتغيير الدخل و قياس جهد خرج التاكو وسرعة المحرك.)
- تسجيل النتائج في الجدول ١
- رسم الاستجابة على جهاز العرض.

جهد الدخل (فولت)	جهد الخرج (فولت)	سرعة دوران المحرك دورة في الدقيقة
0		
5		
10		
30		
50		
60		

جدول ١

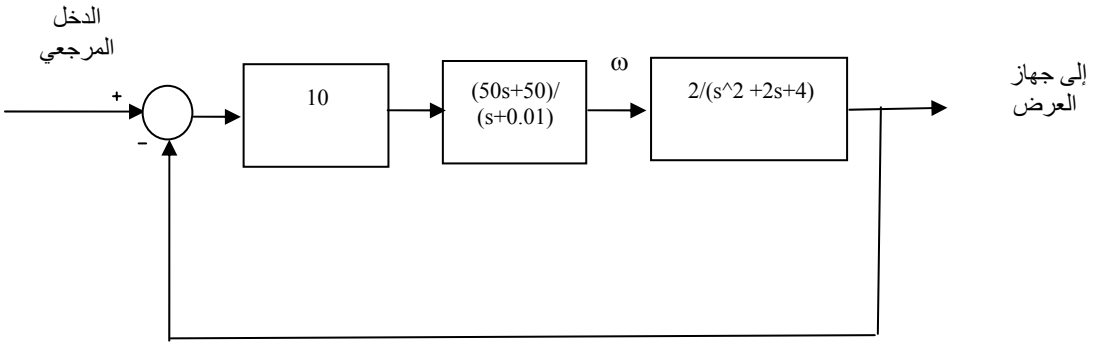
المطلوب:

- رسم العلاقة بين جهد الدخل وخرج جهاز قياس الدوران (Tachogenerator)

شكل-٢ منحنى مواصفات التاكو

- رسم العلاقة بين جهد الدخل وسرعة دوران المحرك

مخطط التجربة باستخدام Matlab



الشكل ٣ التحكم في السرعة

المطلوب:

باستخدام Matlab:

- رسم هذه الدائرة باستعمال Simulink.
- رسم الخرج بدلالة دخل إشارة خطوة Step.
- استعمال الحاكم PID للتحكم في خرج النظام المتحكم فيه وهو المحرك.

ماذا تستخلص من هذه الدائرة

المراجع

1. Modern Control System, R. C. Dorf, Edison Wesley, 1990
2. Control System Design, C. T. Chen, Saunders College Publishing, 1993.
3. Feedback Control System, John Van De Vegta, Prentice Hall, 1990.
4. Automatic Control Systems, B. Kuo, Prentice Hall.
5. Johnson, C. D. *Process Control Instrumentation Technology,* Prentice Hall, 2002
6. Bateson, R. N. *Introduction to Control Systems Technology,* Prentice Hall, 2002
7. Ogata, K. *Modern control Engineering,* Prentice Hall, 1997
8. Dorf, R. C. and Bishop, R. H. *Modern Control Systems,* Addisson Wesley, 1998

٩. أحمد فؤاد محمد عامر، هندسة التحكم الآلي، مطبوعات الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري، ١٩٩١

المحتويات

مقدمة . . . . . .
تمهيد . . . . . .
الوحدة الأولى : التحكم بالدائرة المفتوحة ١
الوحدة الثانية : التحكم بالدائرة المغلقة ١٢
الوحدة الثالثة : تحليل منظومة التحكم ٢٢
الوحدة الرابعة : النظم المتحكم فيها بالتعويض ٣٠
الوحدة الخامسة : النظم المتحكم فيها مع زمن تأخير من الرتبة العالية ٣٨
الوحدة السادسة : النظم المتحكم فيها بدون تعويض ٥٧
الوحدة السابعة : الحاكمات(المتحكمات) ٤٨
الوحدة الثامنة : التحكم الآلي الرقمي ٦٣
الوحدة التاسعة : معايير أداء حلقات التحكم الآلي ٧٠
الوحدة العاشرة: خطوات البحث عن الحل الأمثل للحاكم PID ٧٥
الوحدة الحادية عشرة: التحكم الآلي في السرعة ٨٣
الوحدة الثانية عشرة: التحكم الآلي في الإضاءة ٨٩
الوحدة الثالثة عشرة: التحكم الآلي في النظم المتحكم فيها بدون تعويض ٩٤
الوحدة الرابعة عشرة: التحكم الآلي بالحاكمات المتقطعة ٩٩
الوحدة الخامسة عشرة: تمثيل الخطأ ١٠٤
الوحدة السادسة عشرة: أساسيات استخدام برنامج ماتلاب في التحكم الآلي ١٠٨
الوحدة السابعة عشرة: تحليل الاستجابة الزمنية لأنظمة الرتبة الأولى ١١٣
الوحدة الثامنة عشرة: استخدام برنامج MATLABلدراسة الاستجابة الترددية ١١٧
الوحدة التاسعة عشرة: خصائص الحاكم التناسبي التكاملي التفاضلي PID ١٢٢
الوحدة العشرون : التحكم في وضعية محرك تيار مستمرDc MOTOR ١٣١
الوحدة الحادية والعشرون : التحكم في سرعة محرك تيار مستمر ١٣٧
المراجع ١٤١

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS