تجارب الجزء العملي

الجلسة الرابعة

تجربة خواص الحلقة المغلقة لمستوى السائل في الحوض العلوي

(نظام درجة أولى بحلقة مغلقة)

مقرر نظم التحكم الخطي

د. نسمت أبو طبق

جامعة المنارة

مقدمة:

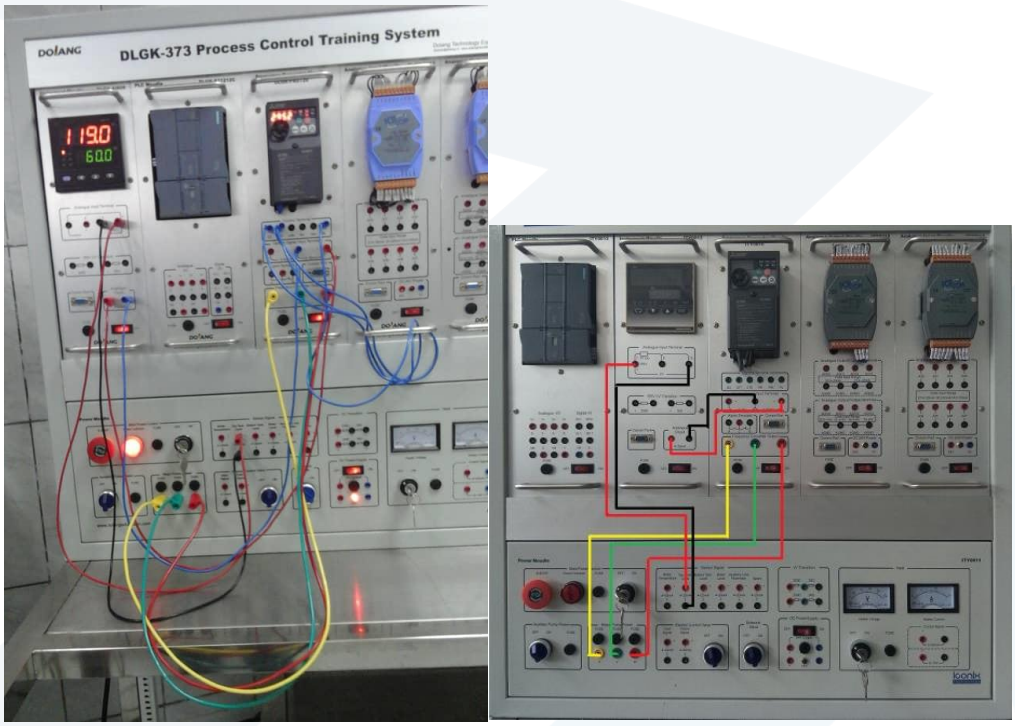
سنقوم في هذه التجربة بتوليف آلي للمتحكم PID لضبط مستوى السائل في الحوض العلوي بحلقة مغلقة ودراسة تأثير نوع المتحكم على سلوك الحلقة المغلقة.

أدوات التجربة:

جهاز التحكم الذكي، المبدلة الترددية، حساس الحوض العلوي، المضخة ثلاثية الطور (الرئيسية).

توصيل التجربة:

يتم توصيل التجربة كما هو موضح في الشكل التالي (43). من حساس مستوى السائل للحوض العلوي إلى دخل الجهاز الذكي حسب الألوان 3,4. من خرج الجهاز الذكي mA إلى دخل المبدلة الترددية mA. من خرج المبدلة الترددية ثلاثي الطور إلى دخل المضخة ثلاثية الطور بالترتيب حسب الألوان. في المبدلة الترددية توصل المداخل العلوية 1,2,6 مع بعضها بحالة قصر.

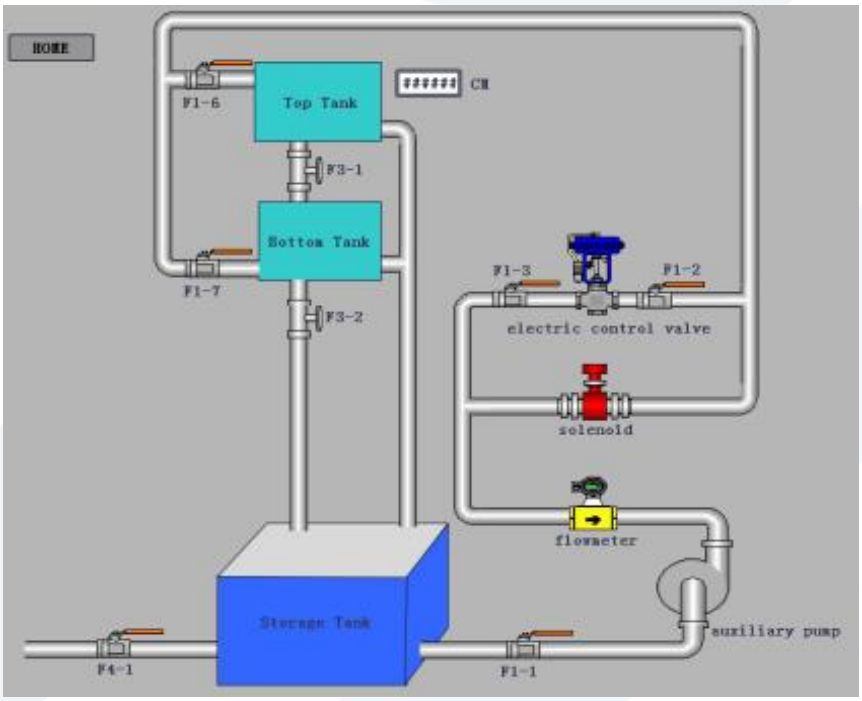


الشكل (43) توصيل تجربة الحوض العلوي

يقوم المتحكم الذكي بتوليد إشارة تحكم بالمبدلة الترددية التي تعطي تردد يتناسب مع إشارة التحكم القادمة من الجهاز الذكي. تحدد إشارة التحكم القيمة المرجعية المطلوبة لمستوى الماء في الحوض العلوي. أما الحساس فيقوم بإرسال إشارة القياس للجهاز الذكي.

التشغيل:

المخطط العملي للتجربة:



الشكل (44) المخطط العملي للتجربة

يملأ الحوض المعدني الرئيسي بالماء حتى أكثر من ثلثيه ويثبت وضع صمام الملء F1-6 والتفريغ F3-1 للحوض العلوي اليدويين على فتحة ثابتة قصوى دون أن تتغير خلال التجربة. صمام التفريغ للحوض السفلي F3-2 مفتوح لكن ليس بالحد الأقصى (زاوية 15 درجة تقريباً). الصمامات F1-1, F1-2, F1-3 مفتوحة أيضاً عند تشغيل المضخة المساعدة. أما في التجربة تعمل المضخة الرئيسية محل المساعدة في الشكل (44) بالتالي يجب الانتباه لفتح الصمامات المتصلة مع المضخة الرئيسية.

مراحل التشغيل:

تشغيل التغذية الرئيسية عبر رفع القاطع الرئيسي الجانبي.

تدوير ضاغط الطوارئ لليمين وإدارة مفتاح التشغيل لليمين لتضيء وحدة التغذية.

الضغط على كباسة ON لوحدة التيار المستمر لتغذية الحساسات بالتيار المستمر.

الضغط على كباسة ON للمتحكم الذكي وللأنفرتر.

معايرة المتحكم الذكي:

بقاء con و $CL\mu$ على 0,0 على التوالي.

بحسب اضاءة لمبات الدلالة يكون نظام العمل:

المصباح A/M مضاء (نمط يدوي) نظام بحلقة مفتوحة.

المصباح A/M مطفئ (نمط آلي) نظام بحلقة مغلقة.

المصباح A/M وميض (نمط معايرة آلية للمتحكم PID) يتم الانتظار حتى انطفاء الوميض.

A من Auto و M من Manual. يتم التحويل بينهما عن طريق زر السهم باتجاه اليسار.

يتم تحديد الدخل للنظام بحلقة مفتوحة وللمرجع بحلقة مغلقة عن طريق زري السهمين باتجاه الأعلى والأسفل.

للدخول إلى قائمة الاعدادات للمتحكمات يتم بضغط مطول 5 ثوان على زر السهم الدائري يتم بعدها تغيير الاعدادات والضغط مجدداً لحظياً على السهم الدائري. لاستعراض الاعدادات يتم بضغط لحظي على السهم الدائري. لمعايرة القيمة المرجعية يتم بالضغط المطول على السهم الدائري لظهور SV يتم اختيار قيمتها بالأسهم للأعلى والأسفل ثم السهم الدائري لتثبيت القيمة ثم الإفلات لتعود للشاشة الرئيسية.

لمعايرة المتحكم PID ضغط لخمس عدات على السهم الدائري ثم الضغط للوصول إلى الرموز P,I,d تباعاً واختيار قيمها بالأسهم أعلى وأسفل ثم التثبيت بالسهم الدائري.

للتوليف الآلي للمتحكمات يتم الضغط لخمس عدات على السهم الدائري ثم الضغط اللحظي عدة مرات للوصول إلى AUT نجعل قيمتها 1 بالسهمين للأعلى والأسفل ثم نثبت القيمة بالضغط على السهم الدائري مطولاً. ليبدأ التوليف الآلي ووميض مصباح الدلالة الذي ينطفئ عند انتهاء الموالفة. بعد انطفاء المصباح يكون المتحكم جاهز للعمل بحلقة مغلقة.

حسب التوصيل السابق يمكن إجراء تجربة الحلقة المفتوحة دون تفعيل التحكم في المتحكم الذكي وتجربة الحلقة المغلقة مع تفعيل المتحكم في المتحكم الذكي.

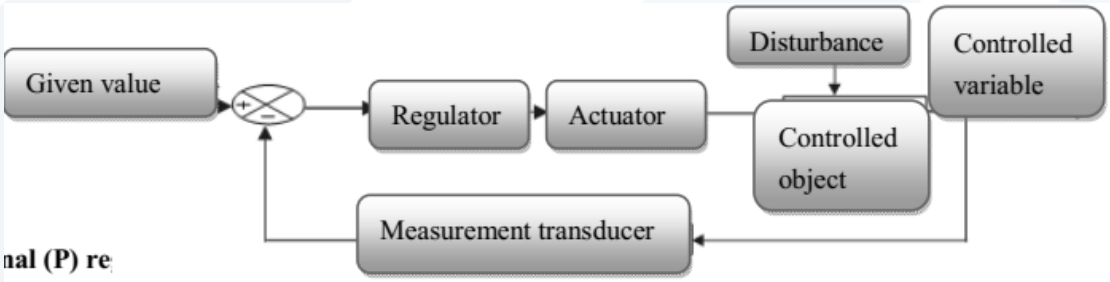
تجربة الحلقة المغلقة لنظام الدرجة الأولى الحوض العلوي

الهدف من التجربة:

- مقارنة سلوك النظام بحلقة مفتوحة وبحلقة مغلقة.
- دراسة تأثير انواع المتحكمات في الاستجابة الزمنية للحلقة المغلقة
- دراسة تأثير كل من ثوابت المتحكم PID على استجابة النظام بحلقة مغلقة

المخطط الصندوقي للتجربة:

يبين الشكل (45) المخطط الصندوقي لنظام الحلقة المغلقة للتحكم بمستوى السائل في الحوض العلوي. تتم التغذية العكسية بإشارة كهربائية عن طريق حساس مستوى السائل في الحوض العلوي. تقارن الإشارة المقاسة مع مرجع محدد وتنتج إشارة الخطأ. تدخل إشارة الخطأ إلى المتحكم الذي ينتج إشارة التحكم المرسلة للمشغل وهو المبدلة الترددية التي تتحكم بسرعة المضخة (التدفق).



الشكل (45) المخطط الصندوقي للتحكم بمستوى السائل في الحوض العلوي بحلقة مغلقة

للعمل بنظام الحلقة المغلقة نعتمد نفس التوصيل والإجراءات في الحلقة المفتوحة لكن مع تفعيل المتحكمات في المتحكم الذكي.

تتم التجربة على مراحل:

استقرار مستوى السائل في الخزان العلوي على القيمة الأولية.

إجراء قفزة بالمرجع بالزيادة وتستمر المرحلة حتى يستقر مستوى السائل.

التبديل بين أنواع المتحكمات ومعايرتها.

نفس المراحل السابقة تعاد لكا نوع من المتحكمات.

التحكم التناسبي PI:

معايرة المتحكم الذكي آليا (معايرة ذاتية) كما يلي:

تشغيل وحدة المتحكم الذكي بكباسة ON والتحويل من Manual إلى Auto بزر السهم الجانبي ينطفئ مصباح الدلالة A/M. ضغطة سريعة على زر السهم الدائري تظهر قائمة الاعدادات بكل ضغطة يظهر بارامتر نختار آخر بارامتر وهو Aut ونضع قيمته 1 بدل 0 بالسهم للأعلى لتفعيل التوليف الآلي. ضغطة مطولة على زر السهم الدائري لتثبيت القيم ثم نترك المتحكم للمعايرة الذاتية. الدليل على بدء المعايرة الذاتية هو وميض مصباح الدلالة وتستمر المعايرة حتى انطفاء المصباح الوامض. نضع القيمة المرجعية بالضغط المطول على السهم الدائري ونثبت القيمة المرجعية SV على 50. ننتظر حتى يستقر النظام على الوضع المستقر الأول (قراءة المتحكم قريبة من 50).

أحد المجربين يقوم بتصوير عداد الزمن مع مستوى السائل خلال فترات زمنية قصيرة عدتين أو ثلاث عدات. المجرب الثاني يقوم بتصوير عداد الزمن مع قراءة المتحكم الذكي أيضاً خلال فترات قصيرة من عدتين إلى ثلاث عدات. المجرب الثالث يقوم بتغيير القيمة المرجعية بالاتجاهين تصاعدي مرة وتنازلي مرة ثانية. المجرب الرابع يصور تغير تردد القالبة (أنفرتر) مع الزمن خلال مراحل التجربة.

التشغيل:

الوضع المستقر الأول:

وضع القيمة المرجعية في المتحكم الذكي على 50 والانتظار حوالي 120 ثانية (دقيقتين) حتى يتوازن مستوى السائل في الحوض العلوي. تسجيل القراءة على الجهاز الذكي.

حساب خطأ الحالة المستقرة = القراءة على الجهاز الذكي - المرجع

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				
5	10	42.1	48.3	50	1.7	

القفزة الصاعدة:

اجراء قفزة في المرجع أي زيادة المرجع من 50% لـ 150% بشكل فجائي والبدء بأخذ قراءات كل ثانيتين لمدة 20 ثانية لمدة 3 دقيقة تقريباً. نسجل القيمة النهائية الجديدة عند المرجع 150 كما في الجدول التالي:

حساب خطأ الحالة المستقرة = القراءة على الجهاز الذكي - المرجع

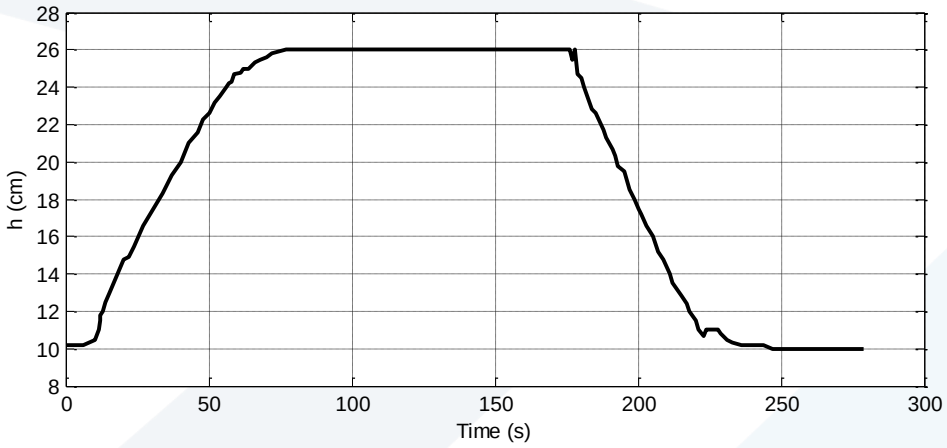
بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				
5	10	42.1	145.7	150	4.3	

نجري قفزة هابطة من 150 إلى 50 ونأخذ القيم كل 2 ثانية تقريباً لمدة 3 دقائق.

تسجل جميع النتائج كما في الجدول التالي للقفزتين الصاعدة والهابطة:

الزمن	قراءة الحوض	الزمن	قراءة الحوض	الزمن	قراءة الحوض	الزمن	قراءة الحوض	الزمن	قراءة الحوض
00	10.2	43	21	2*60+56	26	3*60+21	17.2	3*60+53	10.3
006	10.2	46	21.6	2*60+57	25.5	3*60+23	16.6	3*60+56	10.2
10	10.5	48	22.3	2*60+58	26	3*60+25	16	3*60+58	10.2
11.8	11	50	22.6	2*60+59	24.7	3*60+27	15.2	4*60	10.2
11.9	11.5	52	23.2	3*60	24.5	3*60+29	14.8	4*60+4	10.2
12	11.8	54	23.5	3*60+1	24	3*60+31	14	4*60+7	10
13	12	56	24	3*60+4	22.8	3*60+32	13.5	4*60+9	10
14	12.5	57	24.2	3*60+5	22.6	3*60+35	12.8	4*60+12	10
15	13	58	24.3	3*60+8	21.7	3*60+37	12.4	4*60+39	10
20	14.8	59	24.7	3*60+9	21.3	3*60+38	12		
22	14.9	60+1	24.8	3*60+11	20.7	3*60+40	11.5		
23	15.2	60+2	25	3*60+12	20.3	3*60+41	11		
24	15.5	60+4	25	3*60+13	19.8	3*60+43	10.7		
27	16.6	60+6	25.3	3*60+15	19.5	3*60+44	11		
34	18.3	60+8	25.5	3*60+16	19	3*60+46	11		
35	18.7	60+10	25.6	3*60+17	18.5	3*60+48	11		
37	19.3	60+12	25.8	3*60+19	18	3*60+49	10.8		
40	20	60+17	26	3*60+20	17.5	3*60+51	10.5		

رسم الاستجابة الزمنية لمستوى السائل من الجدول السابق كما في الشكل التالي:



الاستجابة الزمنية لمستوى السائل للحلقة المغلقة مع متحكم PID

تسجل جميع النتائج كما في الجدول التالي للقفزتين الصاعدة والهابطة:

الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي
00		43		2*60+56		3*60+21		3*60+53	
006		46		2*60+57		3*60+23		3*60+56	
10		48		2*60+58		3*60+25		3*60+58	
11.8		50		2*60+59		3*60+27		4*60	
11.9		52		3*60		3*60+29		4*60+4	
12		54		3*60+1		3*60+31		4*60+7	
13		56		3*60+4		3*60+32		4*60+9	
14		57		3*60+5		3*60+35		4*60+12	
15		58		3*60+8		3*60+37		4*60+39	
20		59		3*60+9		3*60+38			
22		60+1		3*60+11		3*60+40			
23		60+2		3*60+12		3*60+41			
24		60+4		3*60+13		3*60+43			
27		60+6		3*60+15		3*60+44			
34		60+8		3*60+16		3*60+46			
35		60+10		3*60+17		3*60+48			
37		60+12		3*60+19		3*60+49			
40		60+17		3*60+20		3*60+51			

رسم الاستجابة الزمنية لإشارة الخرج المقاسة على المتحكم الذكي على نفس الشكل مع الإشارة المرجعية ومعرفة خطأ الحالة المستقرة.

الشكل () الاستجابة الزمنية للخرج وإشارة الدخل

بعد ثبات مستوى السائل على القيمة النهائية نجري اضطراب في صمام الخروج للحوض العلوي لنختبر قدرة المتحكم على الحفاظ على القيمة المرجعية للخرج بعد الاضطراب. تسجل قراءة المتحكم الذكي ومستوى السائل كما ورد في الفقرات السابقة. يمكن بدء التصوير قبل احداث الاضطراب لتوثيق لحظة حدوث الاضطراب.

تسجل جميع النتائج كما في الجدول التالي للاضطراب:

الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي
00		43		2*60+56		3*60+21		3*60+53	
006		46		2*60+57		3*60+23		3*60+56	
10		48		2*60+58		3*60+25		3*60+58	
11.8		50		2*60+59		3*60+27		4*60	
11.9		52		3*60		3*60+29		4*60+4	
12		54		3*60+1		3*60+31		4*60+7	
13		56		3*60+4		3*60+32		4*60+9	
14		57		3*60+5		3*60+35		4*60+12	
15		58		3*60+8		3*60+37		4*60+39	
20		59		3*60+9		3*60+38			
22		60+1		3*60+11		3*60+40			
23		60+2		3*60+12		3*60+41			
24		60+4		3*60+13		3*60+43			
27		60+6		3*60+15		3*60+44			
34		60+8		3*60+16		3*60+46			
35		60+10		3*60+17		3*60+48			
37		60+12		3*60+19		3*60+49			
40		60+17		3*60+20		3*60+51			

رسم الاستجابة الزمنية لإشارة الخرج مع إشارة الدخل.

الشكل () الاستجابة الزمنية تجاه اضطراب في صمام الخروج

تسجل جميع النتائج كما في الجدول التالي للاضطراب:

الزمن	قراءة الحوض	الزمن	قراءة الحوض	الزمن	قراءة الحوض	الزمن	قراءة الحوض	الزمن	قراءة الحوض
00		43		2*60+56		3*60+21		3*60+53	
006		46		2*60+57		3*60+23		3*60+56	
10		48		2*60+58		3*60+25		3*60+58	
11.8		50		2*60+59		3*60+27		4*60	
11.9		52		3*60		3*60+29		4*60+4	
12		54		3*60+1		3*60+31		4*60+7	
13		56		3*60+4		3*60+32		4*60+9	
14		57		3*60+5		3*60+35		4*60+12	
15		58		3*60+8		3*60+37		4*60+39	
20		59		3*60+9		3*60+38			
22		60+1		3*60+11		3*60+40			
23		60+2		3*60+12		3*60+41			
24		60+4		3*60+13		3*60+43			
27		60+6		3*60+15		3*60+44			
34		60+8		3*60+16		3*60+46			
35		60+10		3*60+17		3*60+48			
37		60+12		3*60+19		3*60+49			
40		60+17		3*60+20		3*60+51			

رسم الاستجابة الزمنية لمستوى السائل لدى حدوث اضطراب في صمام الخروج.

الشكل () الاستجابة الزمنية تجاه اضطراب في صمام الخروج

من الجدول السابق يتم تسجيل الحالة المستقرة الجديدة بعد 2 دقيقة وملء الجدول التالي:

حساب خطأ الحالة المستقرة = القراءة على الجهاز الذكي – المرجع

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				

بهدف تحليل أثر تغير الربح التناسبي على أداء النظام سنقوم بأخذ قيمتين أخريين للربح وتسجيل النتائج في الجداول. أي تعاد التجربة السابقة من أجل ربح 0.1 مرة ومن أجل 10 مرة أخرى من ثم يتم التصنيف في الجدول التالي:

K	كبير	وسط	صغير
قيمة الربح			
خطأ الحالة المستقرة			
التجاوز الأعظمي			

تعاد الإجراءات السابقة لأجل التحكم التناسبي التكاملي بهدف دراسة أثر إضافة التحكم التكاملي على استجابة النظام بحلقة مغلقة.

التحكم التناسبي التكاملي:

معايرة المتحكم الذكي بوضع الربح التناسبي يساوي 1 والتكاملي 1 والتفاضلي صفر.

التشغيل:

وضع القيمة المرجعية في المتحكم الذكي على 40 والانتظار حوالي 120 ثانية (دقيقتين) حتى يتوازن مستوى السائل في الحوض العلوي. تسجيل القراءة على الجهاز الذكي.

حساب خطأ الحالة المستقرة = القراءة على الجهاز الذكي - المرجع

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				

إجراء القفزة الصاعدة

اجراء قفزة في المرجع 10% أي زيادة المرجع من 40% لـ 50% بشكل فجائي والبدء بأخذ قراءات كل ثانيتين لمدة 20 ثانية وبعدها كل 15 ثانية لمدة 2 دقيقة تقريباً.

الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي

الحالة المستقرة الجديدة بعد 2 دقيقة:

حساب خطأ الحالة المستقرة = القراءة على الجهاز الذكي – المرجع

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				

لدراسة أثر تغير قيمة الثابت الزمني للتكامل على سلوك النظام يتم إعادة التجربة عند قيم مختلفة لهذا الثابت وتدوين النتائج في الجداول التالية. تثبين الثابت التناسبي أثناء التجربة.

تعاد التجربة السابقة من أجل:

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				

تعاد التجربة السابقة من أجل:

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				

ثم يتم التصنيف في الجدول التالي:

I	كبير	وسط	صغير
خطأ الحالة المستقرة			
التجاوز الأعظمي			

لدراسة أثر تغير الربح التناسبي على سلوك الحلقة المغلقة يتم عادة التجربة عند قيم مختلفة للربح التناسبي وتسجيل النتائج في الجداول التالية. تثبيت الثابت الزمني للتكامل أثناء التجربة.

تعاد التجربة السابقة من أجل:

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				

تعاد التجربة السابقة من أجل:

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				

يتم التصنيف في الجدول التالي:

K	كبير	وسط	صغير
خطأ الحالة المستقرة			
التجاوز الأعظمي			

المتحكم التناسبي التفاضلي PD:

توصيل التجربة بحلقة مغلقة ووضع الربح التناسبي يساوي 1 والتكاملي صفر والتفاضلي 1.

التشغيل:

وضع القيمة المرجعية في المتحكم الذكي على 40 والانتظار حوالي 120 ثانية (دقيقتين) حتى يتوازن مستوى السائل في الحوض العلوي. تسجيل القراءة على الجهاز الذكي.

حساب خطأ الحالة المستقرة = القراءة على الجهاز الذكي - المرجع

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				
1	0	1				

القفزة الصاعدة

اجراء قفزة في المرجع 10% أي زيادة المرجع من 40% لـ 50% بشكل فجائي والبدء بأخذ قراءات كل ثانيتين لمدة 20 ثانية وبعدها كل 15 ثانية لمدة 2 دقيقة تقريباً.

الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي

الحالة المستقرة الجديدة بعد 2 دقيقة:

حساب خطأ الحالة المستقرة = القراءة على الجهاز الذكي – المرجع

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				
1	0	1				

بهدف دراسة أثر الثابت التفاضلي تعاد التجربة السابقة على النظام من أجل قيم مختلفة للثابت التفاضلي و تثبيت الثابت التناسبي.

تعاد التجربة السابقة من أجل:

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				

تعاد التجربة السابقة من أجل:

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				

ثم يتم التصنيف في الجدول التالي:

D	كبير	وسط	صغير
خطأ الحالة المستقرة			
التجاوز الأعظمي			

التحكم التناسبي التكاملي التفاضلي PID:

توصيل التجربة بحلقة مغلقة ووضع الربح التناسبي يساوي 1 والتكاملي 1 والتفاضلي 1.

التشغيل:

وضع القيمة المرجعية في المتحكم الذكي على 40 والانتظار حوالي 120 ثانية (دقيقتين) حتى يتوازن مستوى السائل في الحوض العلوي. تسجيل القراءة على الجهاز الذكي.

حساب خطأ الحالة المستقرة = القراءة على الجهاز الذكي - المرجع

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				

القفزة الصاعدة

اجراء قفزة في المرجع 10% أي زيادة المرجع من 40% لـ 50% بشكل فجائي والبدء بأخذ قراءات كل ثانيتين لمدة 20 ثانية وبعدها كل 15 ثانية لمدة 2 دقيقة تقريباً.

الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي	الزمن	قراءة الذكي

الحالة المستقرة الجديدة بعد 2 دقيقة:

حساب خطأ الحالة المستقرة = القراءة على الجهاز الذكي – المرجع

بارامترات المتحكم			القراءة على الجهاز الذكي	المرجع	خطأ الحالة المستقرة	التجاوز الأعظمي
D	I	K				

المطلوب:

رسم الاستجابة الزمنية من الجداول لكل حالة من الحالات ومقارنتها مع الاستجابة الزمنية الناتجة عن المحاكاة باستخدام MATLAB.

ملاحظات عن تأثير تغير الربح التناسبي والتكاملي والتفاضلي على المطال الأعظمي وزمن الاستقرار.

توثيق النتائج في التقرير:

رسم منحني تغير مستوى السائل مع الزمن على ورقة ميليمترية وفي برنامج MATLAB لكل حالة على شكل واحد.

مقارنة منحني استجابة النظام مع تحكم P, PI, PID والحلقة المفتوحة (دون تحكم).

في نهاية الجلسة يكون المتدرب قادراً على:

توصيل تجربة مستوى السائل في الخزان العلوي وتشغيلها بحلقة مفتوحة وبحلقة مغلقة.

التمييز بين الدخل وخرج النظام كطبيعة فيزيائية.

فهم المبدأ النظري للتجربة والربط بين النظام الفيزيائي وتابع النقل (نموذج النظام).

ربط النتائج التجريبية بالنتائج الرياضية وتمييز منحني خواص النظام الدرجة الأولى.

استنتاج بارامترات منحني استجابة الخرج لتصميم المتحكم بحلقة مغلقة.

اتقان توليف المتحكم واختيار المتحكم المناسب.

تقويم المتدربين:

يطرح المدرب أسئلة شفهية أو كتابية عن مكونات التجربة وتوصيل وتشغيل التجربة.

يطلب إلى المتدربين رسم منحني الاستجابة لنظام الحلقة المغلقة مع المرجع.

يطلب من المتدربين تجهيز تقرير عن التجربة يتضمن مراحلها والنتائج التجريبية ونتائج النمذجة والمحاكاة.

مع تحيات مدرس المقرر

الدكتور نسمت أبو طبق