

تكييف معامل توزيع إشارة التحكم لتقنية التحكم التنبؤي المعممة مع التشويش الغير قابل للقياس في نظام تعديل درجة الحموضة

د.م. جمانا دياب

مدرس

عمرو الصباغ

هندسة التحكم الآلي والحواسيب/ كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
جامعة البعث-سورية

الخلاصة :-

يعرض هذا البحث آلية لتكييف معامل توزيع إشارة التحكم (K) لتقنية التحكم التنبؤي المعممة مع إشارة التشويش الغير قابلة للقياس بشكل مباشر التي تؤثر على نظام تعديل درجة الحموضة، حيث يظهر أثرها بخروج النظام. تتمثل آلية التكييف بتوليد شبكة عصبونية تحاكي عمل النظام عند عدم وجود تشويش مؤثر عليه، بحيث تكون إشارة الخطأ بين خرج النظام وبين خرج الشبكة العصبونية هي المعبرة عن إشارة التشويش (طريقة غير مباشرة لمعرفة قيمة التشويش)، ثم تصميم منطق ضبابي يربط بين إشارة الخطأ مع أفضل قيمة للمعامل K ، بالإضافة إلى وجود مبدل (لتسريع الحالات العابرة وإزالة التجاوزات والحفاظ على سماحية الخطأ المحددة). تكمن الفائدة من عملية التكييف هذه بجعل إشارة التحكم التي تقود مشغل تدفق الأساس أنعم وأخف سرعة وحدة أي إزالة الإشارات الخطيرة الضارة، والذي من شأنه أن يحمي هذا المشغل من التلف ويطيل بعمره ويقلل من تكاليف الصيانة له. تم رصد فعالية عملية التكييف عن طريق حساب مؤشر تكامل القيمة المطلقة للخطأ ومؤشر تكامل القيمة المطلقة لشتق الإشارة في نتائج عملية المحاكاة.

الكلمات المفتاحية: تقنية التحكم التنبؤي المعممة، نظام تعديل درجة الحموضة، الشبكات العصبونية، المنطق الضبابي.

مثل استخدامه لأفق التحكم المنتهي finite

control horizon، وتضمنه للقيود

Constraints، وفعاليتها في الأنظمة اللاخطية

المنتشرة بكثيرة في الصناعة.

2- مشكلة البحث:

إن محددات تقنية التحكم التنبؤي المعممة (ضمن قانون التحكم) تضبط ببداية عملية تصميم التحكم، حيث تكون مثالية وقت التصميم (لأن هذه القيم ستجعل التحكم يعطي إشارات تحكم للنظام جاعلة من استجابته سريعة وفعالة أثناء العمل بحيث تجعل خروجه مطابقاً وبشكل سريع للقيمة المرجعية)، وتبقى مثالية طالما بقي النظام على حاله دون تغيير. ولكن في حال وجود تشويش مطبق على النظام (ذو

1- المقدمة :

تطورت تقنية التحكم التنبؤي بشكل ملحوظ عبر الثلاثين سنة الماضية ومازال التطور مستمراً، في الوسطين البحثي والصناعي. ويُفسر هذا النجاح كون هذه التقنية تعتبر الطريقة الأعم التي تعالج مسألة التحكم في المجال الزمني. تشمل تقنية التحكم التنبؤي التحكم الأمثل Optimal Control، التحكم العشوائي Stochastic Control، التحكم بالأنظمة بوجود أزمنة ميتة Dead Time، التحكم متعدد المتحولات، والتحكم بوجود قيم مرجعية مستقبلية. بالإضافة إلى ميزات هامة

5- -فرضيات البحث:

بناء آلية لتكييف قيمة المعامل K بحيث لا تبقى قيمته ثابتة بل متغيرة مع التشويش الغير قابل للقياس الذي يتعرض له النظام.

6- منهج البحث:

1. عينة البحث: تمت الاختبارات والنتائج على نظام تعديل درجة الحموضة على الحاسب .

2. أدوات البحث: حاسب، برنامج ماتلاب اصدار a.2013

3. إجراءات البحث: تطبيق تقنية التحكم التنبؤي المعممة على نظام تعديل درجة الحموضة، ثم توليد شبكة عصبونية تحاكي عمل النظام بدون تأثير التشويش، ثم إيجاد العلاقة بين مطال التشويش وأفضل قيمة للمعامل K وتمثيلها باستخدام المنطق الضبابي، ثم رؤية النتائج ومقارنتها قبل وبعد إجراء عملية التكييف.

7- لمحة عن تقنية التحكم التنبؤي المعممة:

اقترحت تقنية GPC من قبل [3] Clarke et al.، وأصبحت واحدة من أهم طرائق التحكم التنبؤي المعتمد على نموذج للنظام Model Predictive Control (MPC) في الطرائق الأكاديمية والصناعية.

يمكن أن توصف معظم الأنظمة ذات دخل وحيد-خرج وحيد (SISO)، عند الأخذ بعين الاعتبار العمل حول نقطة مرجعية معينة وبعد تحويل النظام إلى خطي بالشكل:

$$A(z^{-1})y(t) = B(z^{-1})z^{-d}u(t-1) + C(z^{-1})\frac{e(t)}{\Delta} \quad \square$$

حيث أن $(y(t), u(t))$ هي إشارة التحكم وخرج النظام، $e(t)$ الضجيج، d الزمن الميت للنظام. C, B, A كثيرات حدود لمعامل الإزاحة العكسي Z^{-1}

$$\begin{aligned} A(z^{-1}) &= 1 + a_1z^{-1} + a_2z^{-2} + \dots + a_nz^{-na} & \square \\ B(z^{-1}) &= 1 + b_1z^{-1} + b_2z^{-2} + \dots + b_nz^{-nb} & \square \\ C(z^{-1}) &= 1 + c_1z^{-1} + c_2z^{-2} + \dots + c_nz^{-nc} & \square \end{aligned}$$

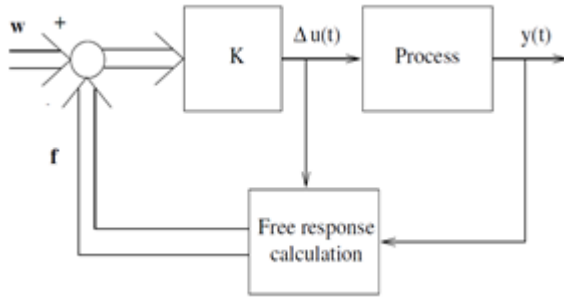
قيم عشوائية حول قيمة متوسطة) وغير قابل للقياس بشكل مباشر، فإن هذه القيم لن تبقى مثالية. حيث أن عملية الملاحقة (خرج النظام للقيمة المرجعية) ستجعل إشارات التحكم التي يعطيها المتحكم متغيرة بشكل كبير وسريع وهذا من شأنه أن يضر بأجهزة التشغيل Actuators الموجودة ضمن النظام من حيث الإنقاص بعمرها، أو حتى إتلافها.

3- الهدف من البحث :

يهدف هذه البحث إلى تحسين أداء تقنية التحكم التنبؤي المعممة، وذلك من خلال تكييف محدد توزيع إشارة التحكم مع التشويش الذي يتعرض له النظام. بحيث يتم الاستدلال على قيمة هذا التشويش الغير قابل للقياس من خلال إشارة الخطأ المتولدة بين خرج الشبكة العصبونية (التي تحاكي عمل النظام عند عدم وجود تشويش) مع خرج النظام الذي يتعرض للتشويش، ثم بناء متحكم ضبابي يربط بين مطال إشارة الخطأ مع أفضل قيمة للمعامل K المستنتجة تجريبياً). حيث نريد أن نبحث عن آلية تجعل المتحكم أقل حدةً بتعامله مع إشارات التشويش أي تقليل حدة الملاحقة (ضمن سماحية خطأ محددة ومع المحافظة قدر المستطاع على سرعة استجابة النظام) وذلك بتكبير قيمة محدد توزيع إشارة التحكم، والتي سنسميها بالملاحقة الناعمة Soft Tracking. مع الإشارة إلى أن هذه المنحى سيسبب بتباطؤ النظام (تقليل سرعته)، والتي تعتبر من الأمور الهامة جداً في المرحلة العابرة (Transient Response) التي يمر بها النظام. لذلك سيتم تصميم مبدل Switch عبارة عن نظام تبديل) يقوم بجعل النظام يخضع لملاحقة سريعة للقيمة المرجعية في المرحلة العابرة، ثم ينتقل بعدها إلى الملاحقة الناعمة (أثناء وجود التشويش فقط)، مع الأخذ بموضوع سماحية الخطأ بعين الاعتبار والرجوع إلى الملاحقة السريعة في حال تجاوز قيمة سماحية الخطأ المحددة.

4- أهمية البحث :

تتمن أهمية هذا البحث في جعل تقنية التحكم التنبؤي متكيفة Adaptive مع التشويش والذي من شأنه أن يطيل بأعمار المشغلات الموجودة في النظام وبالتالي تقليل في التكاليف المادية التي ستصرف بشكل دوري على صيانتها وتبديلها.



الشكل 1 قانون التحكم GPC

ملاحظة: إن العنصر الأول للمصفوفة u هو الذي يطبق فقط، لتعاد نفس الإجراءات في اللحظة الزمنية التالية.

8- نظام تعديل درجة الحموضة:

تأتي أهمية التحكم بنظام pH من مجال استخدامه الواسع في الأنظمة الكيميائية، حيث يستخدم في التفاعلات الكيميائية والحيوية chemical and biological reaction، ومعالجة المياه العادمة wastewater، والتكنولوجيا الحيوية biotechnology، والكيمياء الإلكترونية electrochemistry، والإنتاج الصيدلاني، وعمليات التخمر fermentation، وإنتاج الأغذية food production.

عام 1999 نشر Camacho & Bordons بحثاً حول تطوير نموذج لنظام pH قادر على تنبؤ الإشارات المستقبلية للتحكم.

عام 2006 نشر [1] Ayla Altinten بجامعة أنقرة مقالاً حول تطبيق نظرية التحكم التنبؤي العممة على نظام تعديل درجة الحموضة.

عام 2009 نشر Derar Issam Abd Al Kareem مقالاً حول تطبيق تحكم عصبوني لتعديل درجة الحموضة بالجامعة التكنولوجية.

عام 2012 نشر M.Rajalakshmi, C.Karthik مقالاً حول التحكم اللاخطي لنظام تعديل درجة الحموضة باستخدام نموذج NNARX model.

عام 2014 نشر M.Rajalakshmi, Dr.S.Jeyadevi, C.Karthik مقالاً حول تحديد هوية الشبكة العصبونية العودية لنظام تعديل درجة الحموضة.

يعرف هذا النموذج بنموذج المتحكم ذاتي العودة ذو المتوسط المتحرك الكامل CARIMA. حيث أن:

$$\Delta = 1 - z^{-1}$$

ملاحظة: تأخذ القيمة 1 لكثير الحدود (C) للتسهيل. تعتمد خوارزمية التحكم التنبؤي العممة على تطبيق سلسلة إشارات التحكم التي تقوم بتصغير تابع الكلفة وفقاً للعلاقة التالية:

$$J(N_1, N_2, N_u) = \sum_{j=n_1}^{N_2} \theta(j) [\hat{y}(t+j|t) - w(t+j)]^2 + \sum_{j=1}^{N_u} \lambda(j) [\Delta(u)(t+j-1)]^2 \quad \square$$

حيث أن $\hat{y}(t+j|t)$ التنبؤ الاستباقي ذو المرتبة J الأمثل لخرج النظام في الزمن N_1 ، t ، N_2 أفقي الكلفة الأصغري والأعظمي N_u . هي أفق التحكم. $\delta(j)$ و $\lambda(j)$ معاملي التوزين. المسار المرجعي المستقبلي. نعتبر قيمة هي 1. إن هدف التحكم هو حساب سلسلة إشارات التحكم المستقبلية $u(t)$ ، $u(t+1)$ ، بطريقة ما تمكن من قيادة خرج النظام المستقبلي $y(t+j)$ لتطابق القيمة $w(t+j)$ والذي يتحقق بتصغير الدالة.

$$J(N_1, N_2, N_u)$$

إن حل قانون التحكم [2] يعطى بالعلاقة:

$$\Delta u(t) = K(w - f)$$

حيث أن K هي السطر الأول للمصفوفة

$$(G^T G + \lambda I)^{-1} G^T$$

من الشكل 1 بأنه عند عدم وجود أخطاء تنبؤية مستقبلية فإن $w - f = 0$ ، وهذا يقود إلى عدم وجود تغير بإشارة التحكم، لأن الفعل الناتج سيكون معبراً بشكل كامل عن الاستجابة الحرة للنظام. في الحالة الأخرى، سيكون هناك زيادة بإشارة التحكم متناسبة (بمعامل K) مع الخطأ المستقبلي.

الجدول 1 قيم متغيرات وثوابت النظام

المتغير أو الثابت	رمزه	قيمه
تدفق الحمض	F ₁	5 مل/ثانية
تدفق الأساس	F ₂	5-0 مل/ثانية
تركيز الحمض	C ₁	0.01 مول/ل
تركيز الأساس	C ₂	0.02 مول/ل
حجم وعاء التفاعل	V	5 ل

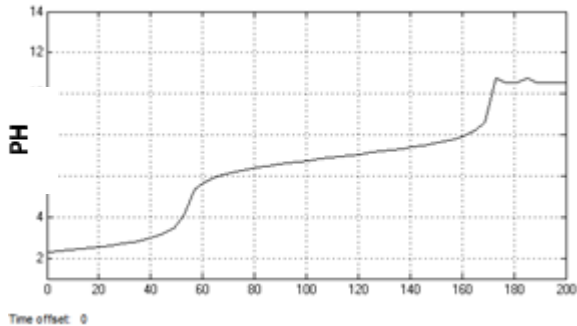
سنقوم بمحاكاة النظام باعتبار أن دخله عبارة عن تدفق الأساس، والخرج هو قيمة pH. يبين الشكل 4 منحنى المعايرة للنظام (عند أعظم دخل لتدفق الأساس)، حيث نلاحظ اللاحظية الكبيرة في المنحني.

9- تطبيق تقنية GPC على نظام pH-Neutralization

نموذج النظام

نحصل على نموذج CARIMA للنظام من خلال الحصول على عينات أزواج دخل-خرج حالية ومؤخرة من النظام الأصلي [1] [7] ثم الحصول على بارامترات النموذج المتقطع باستخدام طريقة تخمين مربعات الخطأ الأصغرية Least Square Estimation (LSE). إن صيغة النموذج الناتجة هي:

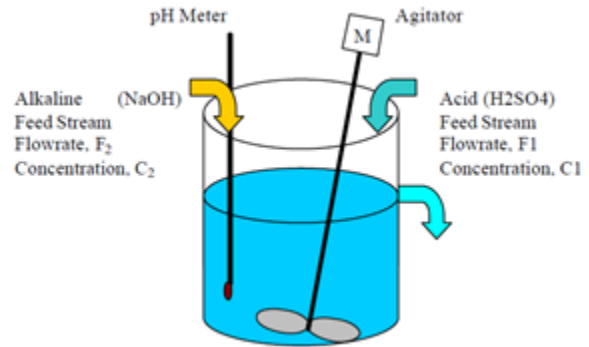
$$(1-0.998Z^{-1})y=(0.6933-0.69Z^{-1})u$$



الشكل 4 منحنى المعايرة للنظام

شكل النظام يتألف من العناصر المبينة في الشكل 2 وهي [10]:

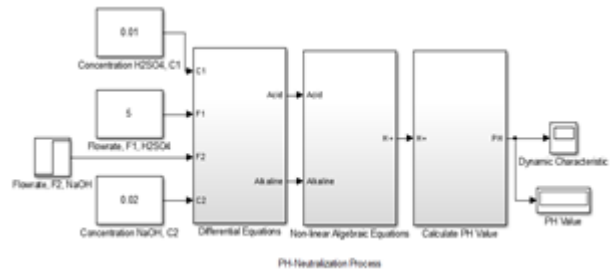
- 1- صنوبر أول يمثل تدفق الحمض (حمض الكبريت H₂SO₄) بتركيز معين.
- 2- صنوبر ثاني يمثل تدفق الأساس (هيدروكسيد الصوديوم NaOH) بتركيز معين.
- 3- وعاء تفاعل (Tank) ذو حجم معين.
- 4- خلاط تحريك (Agitator-Stirrer) لضمان تفاعل أكبر قدر من شوارد المواد مع بعضها.
- 5- مقياس قيمة pH.



الشكل 2 الرسم التوضيحي لنظام تعديل درجة الحموضة

نمذجة النظام

يبين الشكل 3 الصناديق المستخدمة في Matlab/Simulink لتمثيل نظام تعديل درجة الحموضة المستمدة من المعادلات الفيزيائية-الكيميائية [10] [5].



الشكل (3) مخطط صندوقي في Matlab/Simulink لنظام تعديل درجة الحموضة

يبين الجدول 1 قيم التدفقات والتركيز وكامل الثوابت الموجودة في النظام:

نستنتج: أن استجابة النظام جيدة جداً عند القيم المرجعية الثلاثة من ناحية السرعة والاستقرار. وبالتالي فإن متحكم GPC فعال بدرجة كبيرة للتحكم بنظام تعديل درجة الحموضة pH Neutralization.

10 - بناء الشبكة العصبونية:

إن لشبكة البيرسبترون متعددة الطبقات Multilayer Perceptron (MLP) القدرة على نمذجة أي علاقة رياضية [10]. فعلى الرغم من بساطة هيكلها إلا أنها تملك قدرات كبيرة كلما زادت طبقاتها الخلفية وازداد عدد مداخلها. تعتبر الشبكات العودية Recurrent NN من أشهر أصناف الشبكات العصبونية التي تستخدم في عملية محاكاة عمل الأنظمة (خطية ولا خطية) [8]. وبالتالي فإن شبكات البيرسبترون متعددة الطبقات العودية

أعظيمة لتدفق الأساس (قيمة 5) إلى أن تصل قيمة pH Recurrent MLP هي التي سيتم استخدامها في عملية نمذجة نظام pH-Neutralization.

تمتلك شبكات البيرسبترون متعددة الطبقات العودية عدة هياكل Structures. من أهم هذه الهياكل التي تملك قدرات كبيرة في نمذجة الأنظمة وتحديد هويتها Modelling and Identification هي الشبكات العصبونية ذاتية العودة بمتوسط متحرك بمداخل خارجية Neural Network Auto-Regressive Moving Average with eXogenous input (NNARMAX)، الشبكات العصبونية المعتمدة على خطأ الخرج Neural Network Output Error (NNOE)، الشبكات العصبونية ذاتية العودة بمداخل خارجية Neural Network Auto-Regressive with eXogenous inputs (NNARX). بمقارنة أداء هذه الشبكات مع بعضها على نموذج pH-Neutralization تبين أن شبكة NNARX تعطي أداء ودقة أعلى [9]. وهذا ما دعا إلى استخدامها هنا.

إن أفضل عدد تأخيرات للدخل وللخرج في نظام pH-Neutralization هو تأخيرين لكل منهما، وأفضل عدد

قيّم محددات قانون التحكم

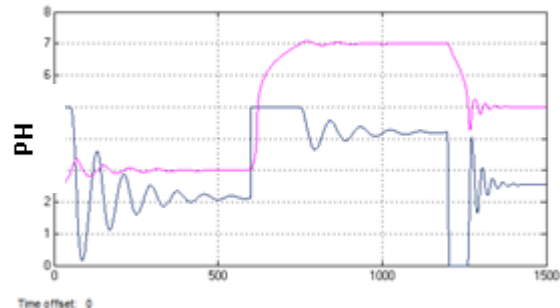
إن ضبط قيم المحددات (أفق التنبؤ وعامل توزيع إشارة التحكم) بالقيم الأفضل يتم تجريبياً على جملة (نظام-متحكم) [6].

إن أفضل قيمة لمعامل أفق التنبؤ هي $N=4$ ، وأفضل قيمة لمعامل توزيع إشارة التحكم هي $\lambda=7$.

محاكاة الجملة

يبين الشكل 5 نتائج عملية المحاكاة لجملة (نظام-متحكم)، حيث يظهر إشارة دخل النظام (إشارة التحكم) وإشارة خرج النظام (pH). حيث أننا قمنا بضبط القيمة المرجعية (قيمة pH) للجملة على ثلاث قيم متتالية هي (3، 7، 5) عند الأزمنة (0، 600، 1200) حيث تم اختيار هذه القيم لأنها تنتمي لثلاثة مناطق مختلفة بالحساسية ضمن منحنى المعايرة للنظام (الحساسية الأكبر هي عند 5 يليها 3 ثم 7).

إن النظام ذو طبيعة حمضية في الحالة الابتدائية (قيمة pH بحدود 2)، لذلك يقوم المتحكم بإعطاء قيمة إلى القيمة المرجعية عندها يخفّض المتحكم من تدفق الأساس إلى أن يثبت (بعد عدة اهتزازات) عند قيمة للتدفق توافق القيمة المستقرة 3، ويبقى النظام مستقراً عندها إلى أن تغير القيمة المرجعية إلى 7، وهنا يعاود المتحكم نفس الإجراءات السابقة بجعل تدفق الأساس أعظماً حتى الوصول إلى القيمة المستقرة. نعاود وضع القيمة المرجعية على 5 عند الزمن 1200، ونلاحظ أن المتحكم يقوم بضبط تدفق الأساس على القيمة 0 لكي يخفّض من قلوية النظام الحالية وهكذا.



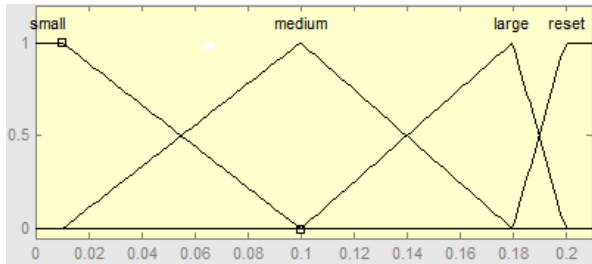
الشكل 5 استجابة النظام بوجود متحكم GPC

11 - بناء المنطق الضبابي :

يملك المنطق الضبابي دخلاً وحيداً يُمثل إشارة التشويش أي إشارة الخطأ بين النظام وبين خرج الشبكة العصبونية ويُحدّد مجال هذا الدخل بالاعتماد على قيمة مطال إشارة التشويش المفروضة (0 إلى ± 0.2).

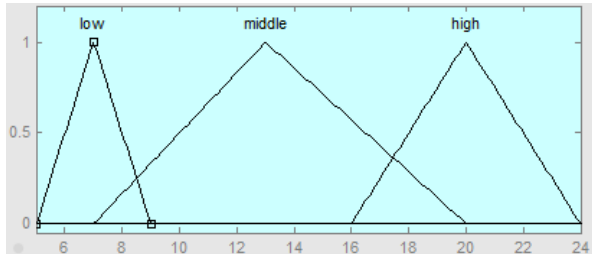
يبين الشكل 8 توابع انتماء الدخل الأربعة وهي (small, medium, large, reset). إن اختيار مركز تابع الانتماء small مبني على فكرة التحسس لأصغر مطال إشارة خطأ. أما مركز تابع الانتماء reset فمبني على أكبر النظام) من أجل قيم مرجعية معينة. فكما نلاحظ بأن أكبر مطال إشارة خطأ صنّم النظام على التحسس لها.

أما اختيار مركزي تابعي الانتماء medium و large فهي مستخلصة من نتائج المحاكاة لأفضل علاقة بين إشارة الخطأ (التشويش) وبين قيمة العامل λ .



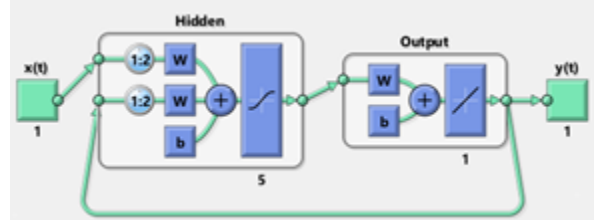
الشكل 8 توابع انتماء الدخل

يملك المنطق الضبابي خرجاً وحيداً يمثل قيمة العامل λ . ويُحدّد مجال الخرج بالاعتماد على نتائج المحاكاة للعلاقة بين إشارة الخطأ (التشويش) وأفضل قيمة λ مقابلة كما هو مبين في الشكل 9.



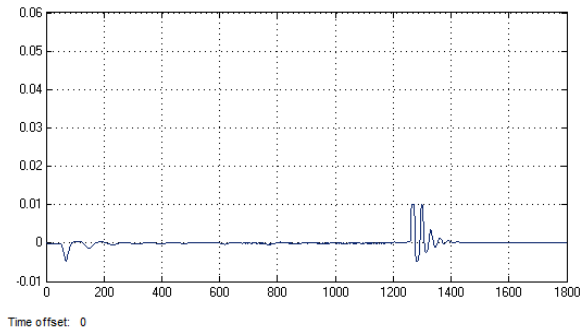
الشكل 9 توابع انتماء الخرج

لعصبونات الطبقة الخفية هو 5 [9]. يبين الشكل 6 الشبكة العصبونية المتولدة ضمن برنامج ماتلاب:



الشكل 6 شبكة NNARX المتولدة

يبين الشكل 7 إشارة الخطأ المتولدة بين خرج النظام وخرج الشبكة العصبونية (في حالة عدم وجود تشويش مؤثر على خطأ متولد هو من رتبة 0.01 ولقيمتين فقط ضمن مجال محدد، أما باقي القيم فهي بجوار قيمة الصفر (أصغر من 0.003)، وهذا كاف لنقول بأن الشبكة العصبونية الناتجة تماثل عمل نظام pH- Neutralization بدون وجود تشويش مؤثر عليه.



الشكل 7 الخطأ بين الشبكة العصبونية والنظام بنهاية عملية التدريب

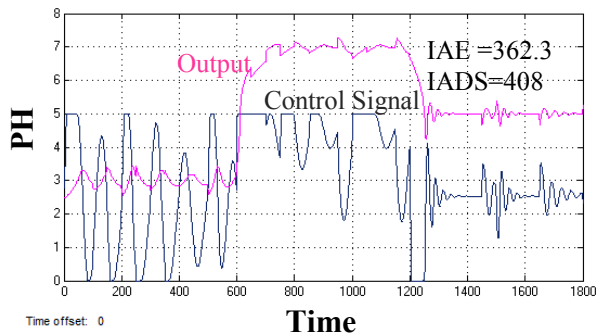
ملاحظة: إن الذي يُحدد القبول بأداء عمل الشبكة العصبونية (القبول بالخطأ بينها وبين النظام) هي قيمة أصغر مطال إشارة تشويش ستظهر في خرج النظام. فلو كان هنالك مطال لإشارة التشويش أصغر من 0.01 فلن تتمكن الشبكة العصبونية من التحسس لها. لذلك يجب أن تكون مطالات إشارة التشويش أكبر من القيمة 0.01 لكي يكون العمل صحيحاً.

وعلى مؤشر للدلالة على معدل التغيرات التي تتعرض لها إشارة ما، وهو تكامل القيمة المطلقة لمشتق الإشارة Integral Of Absolute Derivative Signal (IADS) والذي يعطى بالعلاقة:

$$IADS = \int_0^{\infty} |d(e(t))/dt| dt$$

يفسر تزايد قيمة مؤشر الخطأ (IAE=411.3).

0.2 في الخرج يعني الخروج عن هامش الخطأ المقبول في يبين الشكل 11 خرج النظام ودخله بمتحكم GPC ذو معامل K بقيمة 7، نلاحظ بأن المتحكم ذو حساسية كبيرة لإشارة التشويش وهذا ما يفسر القيمة الكبيرة لمؤشر التغير (IADS=4086)، حيث يكون معدل التغير غير مقبول في منطقة الحساسية العالية (القيمة المرجعية 5) والسبب ناتج عن التغيرات السريعة ضمن فواصل زمنية صغيرة، والذي من شأنه أن يخرب المشغل المسؤول عن تدفق الأساس. في حين أن خرج النظام يكون بجوار القيمة المرجعية (أقرب إليها كلما كانت الحساسية أكبر) ويكون أعظم خطأ بين خرج النظام والقيمة المرجعية في الحالة الدائمة يساوي أو أقل من 0.3، وهذا ما يفسر القيمة الصغيرة لمؤشر الخطأ (IAE=362.3).



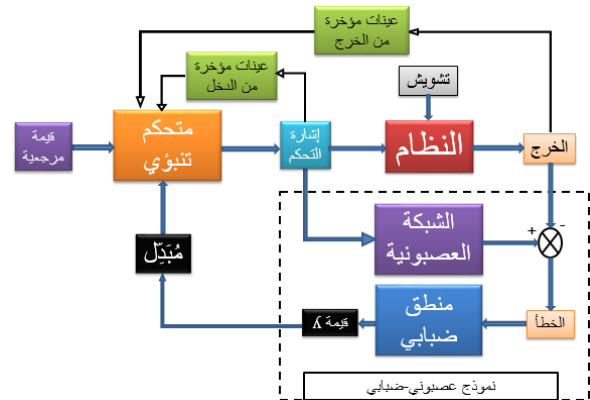
الشكل (11) دخل وخرج النظام عند معامل K بقيمة 7 بتشويش قيمته ± 0.16

يملك المنطق الضبابي أربعة قواعد ضبابية بسيطة تربط بين توابع انتماء الدخل الأربعة مع توابع انتماء الخرج:

1- If	(input is small)	Then	(output is low)
2- If	(input is medium)	Then	(output is middle)
3- If	(input is large)	Then	(output is high)
4- If	(input is reset)	Then	(output is low)

ملاحظة: يندرج وضع القاعدة الرابعة من فكرة سماحية الخطأ (هامش الخطأ)، حيث أن زيادة الخطأ فوق القيمة النظام، لذا كان لابد من العودة إلى حالة الحساسية الكبيرة للنظام أي الرجوع إلى القيمة 7 للمعامل K .

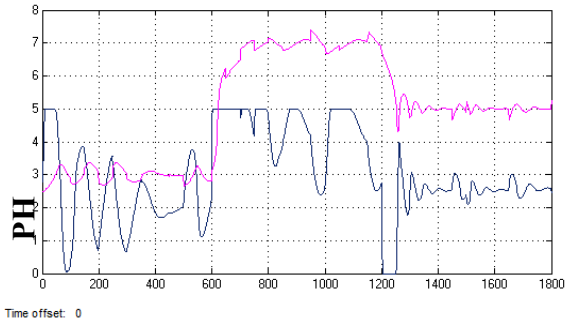
يبين الشكل 10 مخطط الجملة الكلي، حيث يتبين موقع النموذج العصبوني-الضبابي في الجملة (في القسم السفلي)، الذي يقوم بعملية تكييف قيمة K . بالإضافة إلى عملية التبديل (صندوق المبدل).



الشكل 10 مخطط جملة نظام-متحكم آلية تكييف قيمة K مع التشويش

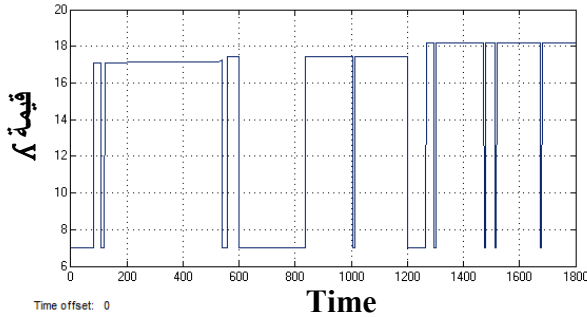
11- النتائج قبل وبعد إجراء عملية التكييف؛
ستتم المقارنة بين المنحنيات بالاعتماد على مؤشر قياس تكامل القيمة المطلقة لإشارة الخطأ Integral Of The Absolute Error (IAE) والذي يعطى بالعلاقة:

$$IAE = \int_0^{\infty} |e(t)| dt$$



الشكل 13 دخل وخرج النظام عند K متغيرة مع المطال الأعظمي للتشويش وسماحية خطأ 0.3

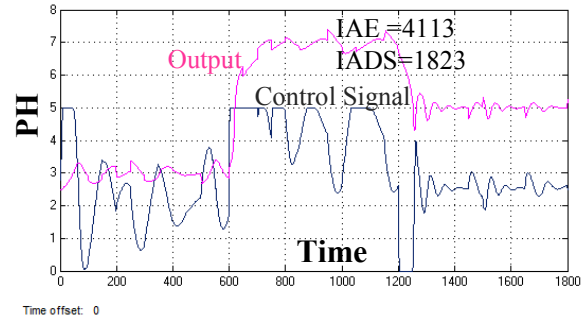
يبين الشكل 15 إشارة خرج ماسك القيمة الأعظمية لإشارة التشويش. يبين الشكل 16 قيمة المعامل K عند خرج المنطق الضبابي، حيث يتبين كيف أن المنطق يعطي قيمة للمعامل K مقابلة لكل مطال معين لإشارة التشويش.



الشكل 17 قيمة المعامل K عند خرج المُبدّل مع سماحية خطأ 0.3

يبين الشكل 17 قيمة المعامل K عند خرج المُبدّل. نلاحظ كيف أنه يقوم بإعطاء قيمة 7 للمعامل K في الحالات العابرة الثلاث للنظام (الأزمنة 0-90، 600-840، 1200-1280) والذي من شأنه أن يسرع من استجابة النظام وبالتالي تقليل في قيمة الخطأ الناتجة بالمقارنة مع حالة إعطاء قيمة K من خرج المنطق الضبابي. كما نلاحظ رجوع قيمة المعامل K إلى القيمة 7 عند تجاوز سماحية الخطأ المحددة (0.3) والذي من شأنه أن يبقى خرج النظام ضمن جوار القيمة المرجعية المحددة. يبين الشكل 18 قيمة المعامل K عند خرج المُبدّل (يهتم بموضع الحالات العابرة والتجاوزات فقط بدون الاهتمام لموضوع تجاوز هامش الخطأ). حيث نلاحظ بأن قيمة K تكون موافقة لقيمة K في الشكل 16 باستثناء الحالات العابرة التي تكون قيمتها مضبوطة على 7.

يبين الشكل 12 خرج النظام ودخله بمتحكم GPC مع مكيف لقيمة K مع المطال الأعظمي لإشارة التشويش. ومبدّل. علماً أن قيمة سماحية الخطأ هي 0.7 والمطال الأعظمي لإشارة الخطأ هي 0.16. حيث نلاحظ بأن المتحكم أصبح أقل حساسية لإشارة التشويش وهذا ما يفسر التناقص في مؤشر التغير (IADS=1823.21)، حيث أصبح مقبولاً في منطقة الحساسية العالية. في حين أن خرج النظام يكون بجوار القيمة المرجعية ويكون أعظم خطأ بين خرج النظام والقيمة المرجعية في الحالة الدائمة أقل من 0.4، وهي أكبر من القيمة في الحالة السابقة بقليل وهذا ما يفسر تزايد قيمة مؤشر الخطأ (IAE=411.3).



الشكل 12 دخل وخرج النظام عند K متغيرة مع المطال الأعظمي للتشويش وسماحية خطأ 0.7

يبين الشكل 13 خرج النظام ودخله بمتحكم GPC مع مكيف لقيمة K مع المطال الأعظمي لإشارة التشويش. ومبدّل. علماً أن قيمة سماحية الخطأ هي 0.3 والمطال الأعظمي لإشارة الخطأ هي 0.16. حيث نلاحظ بأن المتحكم أصبح أكثر حساسية لإشارة التشويش وهذا ما يفسر التزايد في مؤشر التغير (IADS=2250.05)، حيث أن معدل التغير تزايد في منطقة الحساسية المتوسطة والعالية. في حين أن خرج النظام يكون بجوار القيمة المرجعية، ويكون أعظم خطأ بين خرج النظام والقيمة المرجعية في الحالة الدائمة يساوي أو أقل من 0.3، وهي أصغر من القيمة في الحالة السابقة بقليل وهذا ما يفسر تناقص قيمة مؤشر الخطأ قليلاً (IAE=408).

[1] Altinten A (2007) Generalized predictive control applied to a pH neutralization process Computers and Chemical Engineering, Vol.31, 1199–1204.□

[2] Camacho E.F, Bordons C. (2007) Model Predictive Control. Springer, Second Edition, New York, 405p.

[3] Clarke D.W, Mohtadi C. and P.S. Tuffs. (1987) Generalized Predictive Control. Part I. The Basic Algorithm. Automatica, 23(2):137–148.

[4] Cybenko. G. (1989) Approximations by superpositions of sigmoidal functions, Mathematics of Control, Signals, and Systems, 2 (4), 303-314.□

[5]Gustafsson T. (1982) Calculation of the pH value of a mixture solutions Chemical Engineering Science, vol.37, No.9, 1419-1421.□

[6] Kannan M. Moudgalya, (2007) Digital Control, Indian Institute of Technology, Bombay, India, 689p.

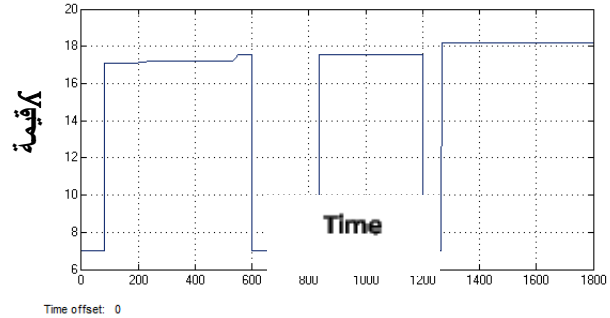
[7]Mahmood S. (2009) Nonlinear model predictive control of a pH neutralization process based on Wiener-Laguerre model Journal Of Chemical Engineering, Vol.146, 328-337.□

[8]Medsker L.R. (2000) Recurrent neural networks: design and Applications, Boca Raton, FL: CRC Press.□

[9]Rajalakshmi M., Dr.S.Jeyadevi, C.Karthik, (2014) Recurrent Neural Network Identification: Comparative

12- الاستنتاجات Conclusions:

عرض في هذا البحث كيفية تكييف معامل توزيع إشارة التحكم لتقنية التحكم التنبؤي المعممة مع التشويش الغير قابل للقياس من خلال إضافة فرعي الذكاء الصناعي



الشكل (18) قيمة المعامل K عند خروج المُبدل بدون الاهتمام بسماحية الخطأ

(الشبكات العصبونية والمنطق الضبابي) في آلية التكييف المطبقة على نظام تعديل درجة الحموضة pH- Neutralization، وتمت المقارنة بين النتائج بالاعتماد على مؤشر الخطأ IAE ومؤشر معدل التغير IADS، التي بينت كيف تم تقليل وتنعيم التغيرات السريعة الحادة والخطيرة لإشارة التحكم بالمشغلات، مع قبول زيادة بسيطة في قيمة الخطأ، والذي من شأنه أن يطيل بأعمار المشغلات ويحميها من العطب والتلف، وبالتالي الإنقاص في تكاليف الصيانة والتبديل.

ملاحظة: هناك علاقة عكسية بين قيمة مؤشر الخطأ وقيمة مؤشر معدل التغير. لكن يمكن المحافظة على قيمة للخطأ ضمن هامش محدد مع قيمة منخفضة لمؤشر التغير وهذا ما تم القيام به. لأنه غالباً ما يتم التركيز في أنظمة التحكم على هامش الخطأ (سماحية الخطأ) بحيث لا تتجاوز القيمة المحددة لها بغض النظر عن قيمة مؤشر الخطأ الكلية للنظام.

ملاحظة: إن المنهجية السابقة في العمل تطبق على أي نظام نريد تخفيض أعباء العمل والصيانة لمشغلاته ضمن التشويش، يكفي إيجاد الشبكة العصبونية والعلاقة بين إشارة التشويش وقيمة المعامل K (المنطق الضبابي)، وباقي العمل نفسه لا يتغير.

13- المصادر

[10] Rosdiazli Ibrahim, (2008) Practical Modelling and Control Implementation Studies on pH Neutralization Process Pilot Plant, Ph.D thesis, Faculty of Engineering, University of Glasgow, 220p2009

Study On Nonlinear Process International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology Volume 3, Special Issue 3:450-518.□

An analytical study to statement the effect material alucobond that use in the packaging of the buildings on the cooling load

□
□
Gomana Diab□
Teacher□
Amro Alsabbagh□
Automatic Control Dep. -Electrical Eng.
Faculty-Albaath Univ-Syria.□
□

□
□

Abstract:

In this work, an adaption mechanism of control signal weighting factor (λ) of Generalized Predictive Control (GPC) with unmeasured disturbance (in a direct way) in pH Neutralization process was build. Where the effect of this disturbance appears at the process output. This adaption can be done by creating neural network, which simulates the process normal work (without disturbance) thus, the error signal between the process output and the neural network output represents the disturbance signal (indirect method to know the disturbance value). Then a fuzzy logic was designed to correlate the errors with the best corresponding λ values. In addition to build, a switching system to speed up the transient response, eliminate the overshoots and keep the process output in the determined error tolerance. The main purpose of this adaption is to reduce rigorousness and severity of the manipulated variable of alkaline flow actuator, which results in protecting the actuator from damage, so lengthen its life and shrinking the maintenance costs. The efficiency of the Adaption was observed by calculating the integral of the absolute value of the error (IAE) and the integral of absolute derivative signal (IADS) in simulation results.

Keywords: Model Predictive Control (MPC), Generalized Predictive Control (GPC),