

تصميم متحكم لمحرك تحريضي يعتمد في عمله على الشبكات العصبونية المصممة والمدرّبة باستخدام الخوارزمية الجينية

م. معتز دبلو⁽¹⁾ د.م. غيث ورقوزق⁽²⁾ د.م. عباس صندوق⁽³⁾

الملخص

يقدم البحث منهجية جديدة للتحكم بسرعة محرك تحريضي باستخدام متحكم يعتمد في عمله على الشبكات العصبونية الجينية، وذلك باستخدام معرج ثلاثي الطور /three phase Bridge Inverter/، لمعرفة فاعلية المتحكم المقترح في التحكم بسرعة المحرك التحريضي، تم مقارنته بأداء متحكم/PI/، يعتمد المتحكم المقترح على شبكة عصبونية مصممة بالخوارزمية الجينية تعالج إشارة خطأ سرعة المحرك وذلك للتحكم بالجهد المرجعي المغذي للمحرك.

الكلمات المفتاحية: نظام القدرة الكهربائية، محرك تحريضي، الشبكات العصبونية الجينية/ NeuroGen /، الذكاء الصناعي(AI)، معرج ثلاثي الطور / Three Phase Bridge Inverter /، متحكم تناسبي تكاملي /PI/.

(1) طالب دراسات عليا (دكتوراه) - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - قسم هندسة الطاقة الكهربائية - جامعة دمشق - دمشق - سورية (معرف أوركيد <https://orcid.org/0000-0001-8872-6057>).

(2) استاذ مساعد - قسم هندسة الطاقة الكهربائية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق - دمشق - سورية (معرف أوركيد <https://orcid.org/0000-0003-4548-6131>).

(3) استاذ - قسم هندسة الطاقة الكهربائية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق - دمشق - سورية (معرف أوركيد <https://orcid.org/0000-0002-4214-1069>)

Design Controller of An Induction Motor Based On Neural Networks Designed And Trained Using Genetic Algorithm

Eng. Moataz Dablo⁽¹⁾

Dr. Ghaith Warkozek⁽²⁾

Dr. Abbas Sandok⁽³⁾

Abstract

This paper presents A New Methodology for Controlling Ac Motor's Speed by Using Controller Depends On Genetic Neural Networks Using Three Phase Bridge Inverter, To See the Effectiveness of the Proposed Controller in Controlling the Speed of an Ac Motor, It Was Compared with Pi Controller, The Proposed Controller Depends On Genetic Neural Networks That Processes the Speed Error Signal of the Motor and Its Derivative Signal in Order to Control the Voltage That Feeds the Motor.

keywords: Power System, Ac Motor, Genetic Neural Network /NeuroGen/, Artificial Intelligence (AI), Three Phase Bridge Inverter, / PI / Controller.

⁽¹⁾Postgraduate Student, Department of Electrical Power Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.

(Orchid ID <https://orcid.org/0000-0001-8872-6057>)

⁽²⁾Associate Professor, Department of Electrical Power Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.

(Orchid ID <https://orcid.org/0000-0003-4548-6131>)

⁽³⁾Professor, Department of Electrical Power Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Damascus University, Damascus, Syria. (Orchid ID <https://orcid.org/0000-0002-4214-1069>)

1- المقدمة:

تعد الآلات الكهربائية عصب الصناعة والتطور، إذ يتم استخدامها بمجالات عدة في حياتنا، حيث تستعمل في نظام القدرة الكهربائية، على سبيل المثال كمحرك في تطبيقات عدة مثل المصاعد الكهربائية من أجل الحصول على القدرة الميكانيكية (D P et al., 2010,19).

يعتبر التحكم بسرعة المحركات من الأمور الضرورية والهامة من أجل أداء جيد وفعال إذ من أبسط حالات تشغيل المحرك زيادة التحميل على المحرك مما يسبب انخفاض السرعة وبنقص التحميل تزداد السرعة، من هنا لا بد أن يتم التحكم بسرعة المحرك.

إن استخدام الذكاء الصناعي في مجال التحكم من الطرق الجديدة والحديثة، (Lakhmi C et al., 1998,162). (Ropert et al., 2008,120).

وتزيد من الموثوقية وسرعة معالجة وتقلل من الخطأ البشري، من أجل ذلك تم في هذا البحث تصميم متحكم يعتمد على الشبكات العصبونية الجينية / والتي هي جزء من تطبيقات الذكاء الصناعي/، يهدف إلى تحسين استجابة سرعة المحرك عن طريق التحكم بالتوتر المطبق على المحرك. يتم تدريب المتحكم على قيم تعتمد على خبرة نظام خبير، وتؤخذ من أكثر القيم تداولاً للتحكم بالسرعة، وكذلك الحال بالنسبة لقيم المعالجة لهذه التغيرات.

2- هدف البحث:

يتناول دراسة سلوك المحرك التحريضي، ودراسة استجابة هذا المحرك لتغيرات الحمل عند تطبيق سرعة معينة مرجعية التي من الممكن أن تطبق على المحرك من أجل تنفيذ أعمال مختلفة أو عمل معين، وكيفية الحفاظ على استمرارية عمل المحرك بجودة ووثوقية عالية، يهدف البحث إلى ما يلي:

1-دراسة مبدأ عمل الشبكات العصبونية والخوارزمية الجينية وطرق نمذجتها، وطرق دمجهم.

2- استخدام متحكم جيني للتحكم بسرعة محرك تحريضي.

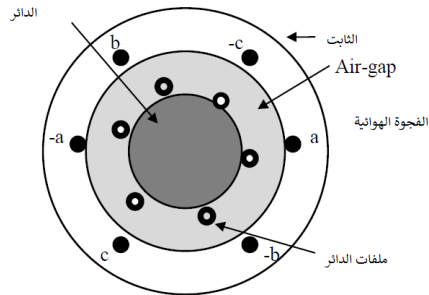
3- إجراء مقارنة بين متحكم PI/ والمتحكم المقترح لاختيار الطريقة الأفضل بينهما.

3- مواد وطرق البحث:

لقد اعتمدنا في البحث طريقة النمذجة والمحاكاة لمحرك تحريضي باستخدام بيئة SIMULINK في برنامج MATLAB، وتم الاعتماد على الشبكة العصبونية الجينية لتقوم بعملية التعامل مع إشارة خطأ السرعة ومعالجتها من أجل التحكم، وقد تمت عملية تدريب الشبكة المقترحة باستخدام برنامج الماتلاب.

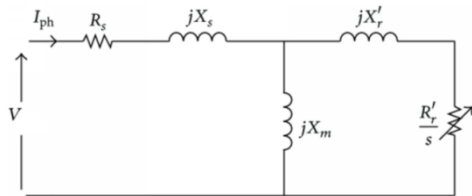
3-1- نموذج النظام المدروس:

يظهر الشكل رقم (1) محرك تحريضي، حيث يتكون المحرك التحريضي داخلياً من الدائر الثابت (مصطفى وآخرون، 2020، 125):



الشكل رقم (1) محرك تحريضي

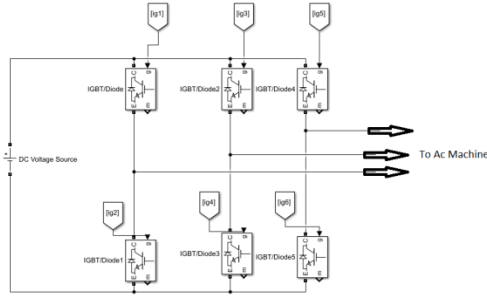
وكما بين الشكل رقم (2) الدارة المكافئة للمحرك التحريضي:



الشكل رقم (2) الدارة المكافئة للمحرك التحريضي

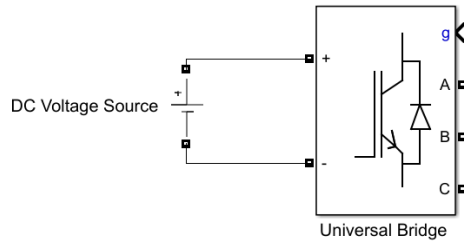
3-2- معرج ثلاثي الطور:

يتكون معرج ثلاثي الطور / Three Phase Bridge Inverter من ستة ترانزستورات وست ديودات، دخل المعرج موصول على منبع توتر مستمر، وخرج المعرج موصول على مرابط المحرك التحريضي كما يبين الشكل (4):



الشكل رقم (4) معرج ثلاثي الطور

تم استخدام بلوك / Universal Bridge / كما يبين الشكل (5)، وتمت تحديد محدداته ليلبي دارة المعرج المذكورة أعلاه، كما هوة موضح بالشكل:



الشكل (5) بلوك Universal Bridge

3-3- بنية الشبكة العصبونية الجينية المستخدمة:

تعد الشبكة العصبونية الجينية مزيجاً من الشبكات العصبونية الاصطناعية والخوارزمية الجينية، بحيث يتم استخدام الخوارزمية الجينية لتوليد شبكة عصبونية بناءً على معطيات الخوارزمية الجينية.

(Lakhmi C et al., 1998,162)

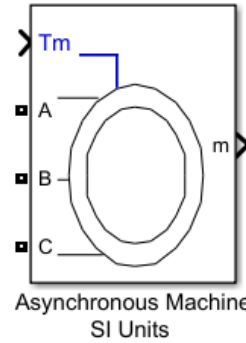
(Ropert et al., 2008,120)

دخل الشبكة في هذا البحث عبارة عن دخل واحد وهو خطأ سرعة دوران المحرك، ويكون بين إشارة السرعة المرجعية وإشارة سرعة خرج المحرك التحريضي، بينما خرج الشبكة المذكورة أعلاه هو

حيث:

المحارضة الذاتية لملف الدائر منسوبة للجزء الثابت	Xr'	مقاومة ملف الثابت	Rs
المحارضة التبادلية	Xm	مقاومة ملف الدائر منسوبة للجزء الثابت	Rr'
الانزلاق	s	المحارضة الذاتية لملف الثابت	Xs

وتم استخدام بلوك المحرك من بيئة SIMULINK في برنامج MATLAB، كما يبين الشكل (3):



الشكل (3) بلوك المحرك التحريضي في بيئة الـ

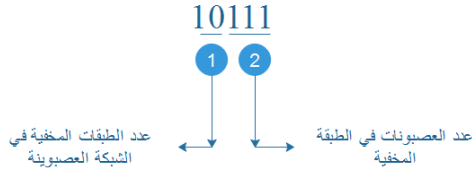
SIMULINK.

المحرك الذي تم اختياره من نوع /قفص سنجابي/ وله المحددات التالية:

Parameter	value	unite
P	7.5	KW
V	400	volt
fn	50	Hz
N	1440	rpm
Rs	0.7384	Ω
Lls	0.003045	H
Rr'	0.7402	Ω
Llr'	0.003045	H
Lm	0.1241	H
J	0.0343	$kg.m^2$
F	0.000503	N.m.s
p	2	pole pairs

اعتمد في هذا البحث كروموسوم مكون من 5 أرقام ثنائية.

الشكل (6) يوضح طريقة تمثيل معلمات التصميم بواسطة الترميز الثنائي.



الشكل (6) تمثيل معلمات التصميم للشبكة العصبونية من خلال الترميز الثنائي.

فيما يلي جدول يوضح عدد الطبقات وعدد العصبونات المذكورين في الشكل أعلاه:

الجدول (1) عدد الطبقات المخفية المرزمة ثنائياً

عدد الطبقات الخفية في الشبكة العصبونية	تسلسل الرقم الثنائي
1	00
2	01
3	10
4	11

الجدول (2) عدد العصبونات المرزمة ثنائياً

عدد العصبونات في الطبقة الخفية الواحدة	تسلسل الرقم الثنائي
1	000
2	001
3	010
4	011
5	100
6	101
7	110
8	111

لم نضع قيمة الصفر لكل من عدد الطبقات الخفية وعدد العصبونات، كونها لا بد أن يكون لهم قيم، على سبيل المثال القيم في الشكل رقم يفسر كما يلي:

- 1- 010 عدد الطبقات الخفية هو 3.
- 2- 111 عدد العصبونات في الطبقة المخفية الواحدة هو 8.

التردد f ، الذي من خلاله يتم تغيير نبضات المرجح ثلاثي الطور.

تم جمع المعطيات التشغيلية للمحرك من حالات مختلفة للحمولة والمعالجة من قبل متحكم PI تقليدي.

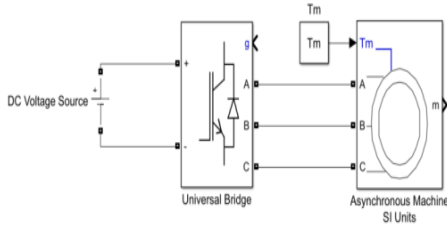
خوارزمية تصميم النظام:

لتصميم هذا النظام في بيئة الماتلاب نقوم بكتابة الخوارزمية الجينية والتي تتكون من عدة خطوات (Alexandre, 2020,155)

1. نختار حجم مجموعة الصبغي (الوراثة) الكروموسوم، واحتمالات التقاطع والطفرة، ونحدد عدد مرات التدريب
 2. تحديد تابع اللياقة من أجل معرفة الأداء للكروموسوم.
 3. إنشاء مجموعة أولية من الكروموسومات بشكل عشوائي.
 4. فك شفرة كل كروموسوم إلى شبكة عصبونية، ثم تدريب من قبل البرنامج بأوزان عشوائية وانزياح عشوائي للشبكة.
 5. نكرر الخطوة 4 لتشمل كل الكروموسومات.
 6. نحدد زوجاً من الكروموسومات للتزاوج، نختارهما ذو تابع لياقة مناسب للحالة لدينا.
 7. نطبق خاصية العبور والطفرة، يتم تنفيذ كل منها بشكل عشوائي بالكروموسوم.
 8. نطبق الكروموسومات الناتجة عن الخطوة السابقة ونرى تابع اللياقة لكل منها.
 9. إذا لم يكن تابع اللياقة مناسب نعيد الخطوات عودةً من الخطوة 6.
- 3-4- التدريب:

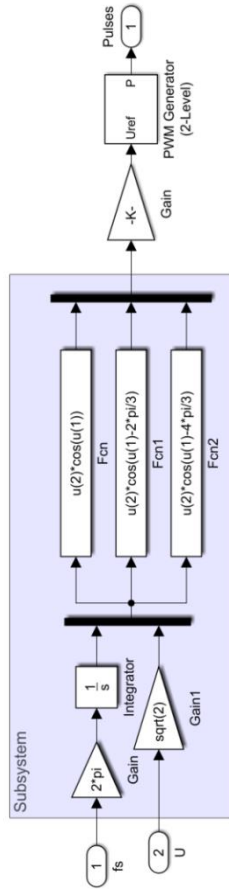
قبل استخدام الشبكة العصبونية، يجب أن يتم تدريبها وفق معطيات سليمة، لذلك يتم وضع معطيات التدريب بمصفوفة مكونة من عمودين، أول عمود منها هو إشارة خطأ سرعة دوران المحرك، والعمود الثاني هو f_n / التردد، ثم نكتب برنامج الخوارزمية السابقة ببرنامج الماتلاب.

النمط الوراثي هو سلسلة من الثنائيات (0 أو 1)، كل نمط وراثي يتوافق مع كروموسوم فريد، حيث



الشكل (7) نموذج المحاكاة لدارة المعرج ثلاثي الطور موصول مع دارة المحرك التحريضي

يبين الشكل (8) دارة توليد النبضات ومكوناتها:



الشكل (8) دارة توليد النبضات ومكوناتها

تم تطبيق الشبكة العصبونية الناتجة من خرج الخوارزمية الجينية، والتي تكون بصيغة net (Cell-خلية)، وتمت نمذجتها ببرنامج ال simulink ضمن برنامج الماتلاب، بكامل بارامترات من أوزان وانزياحات، ولها الشكل ببرنامج Matlab-Simulink

استخدام تابع newff لتدريب الشبكة العصبونية بناءً على المعطيات التي تم أخذها بعين الاعتبار من عدد الطبقات الخفية وعدد العصبونات في الطبقة الخفية، مع بيانات التدريب ومعالجة الإشارة وتكون لها الشكل التالي ببرنامج الماتلاب:
net= newff(P,T,N);
حيث:

P: دخل الشبكة العصبونية، والتي أخذت من خبرة نظام الخبير، وهي خطأ سرعة دوران المحرك.
T: خرج الشبكة العصبونية المرغوب، والتي أخذت أيضاً من خبرة النظام الخبير، /fn/ التردد.
N: عبارة عن مصفوفة تحتوي عدد الطبقات المخفية وعدد العصبونات في الطبقة المخفية.

net: هي الشبكة العصبونية المولدة ومن ثم نستخدم التابع train، الذي بدوره يدرّب الشبكة العصبونية:
net= train(net,P,T)
وبعدها نطبق تعليمة /sim/، والتي تعطي نتيجة المحاكاة للشبكة بعد التدريب:
Y = sim(net,P);
حيث:

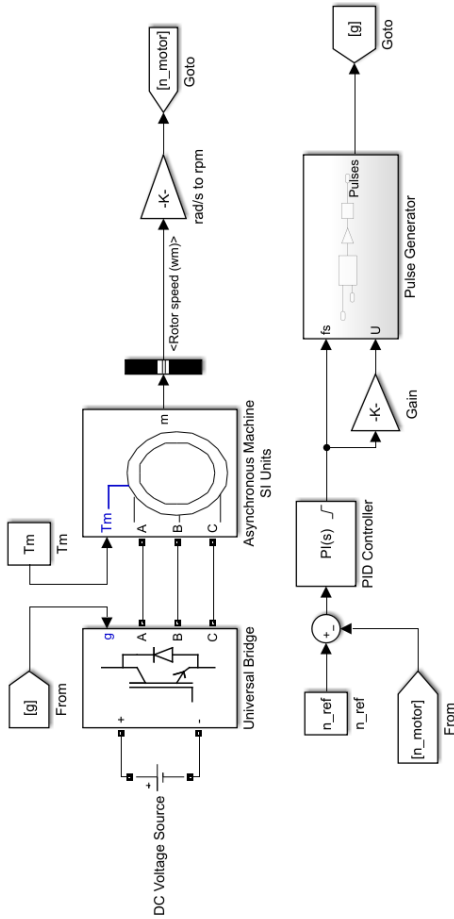
Y: هي نتيجة المحاكاة للشبكة بعد التدريب. بعدها نوجد تابع اللياقة والذي هو عبارة عن مربع الخطأ بين الخرج المرغوب به T والخرج الناتج بعد عملية التدريب Y.

3-5- المحاكاة الحاسوبية:

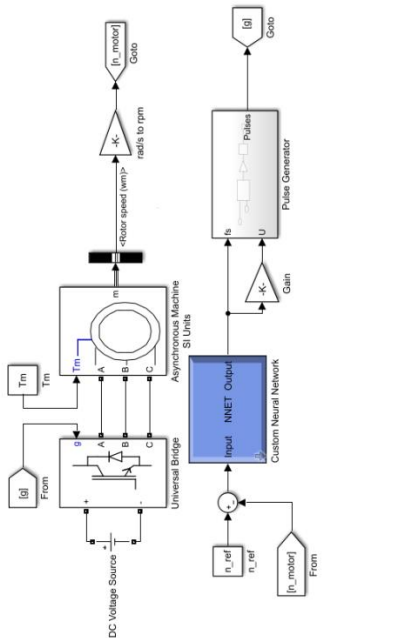
تم نمذجة الدارة في بنية Matlab-Simulink (Chee-Mun, 1997,167)

(محمد، 2017، 80)

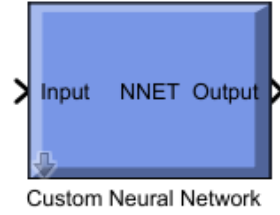
والمكونة من معرج ثلاثي الطور والموصول على المحرك التحريضي والموضح بالشكل (7):



الشكل (11) نموذج المحرك مع المرجع مع منظومة التحكم بمتحكم PI.

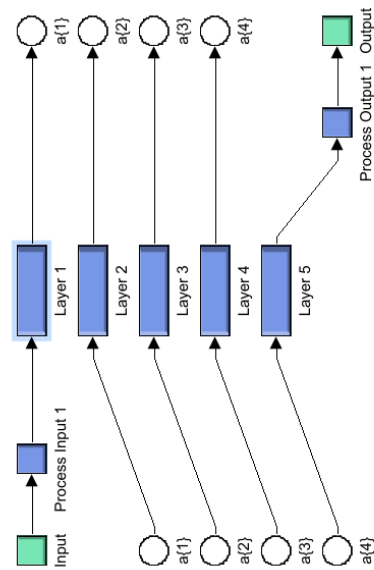


الشكل (12) نموذج المحرك مع المرجع مع منظومة التحكم بالمتحكم المقترح.



الشكل رقم (9) بلوك الشبكة العصبونية ببرنامج الماتلاب بيئة السيمولينك

تتكون الشبكة من 5 طبقات: طبقة دخل، ثلاث طبقات مخفية وطبقة خرج، كما هي موضحة بالشكل (10):

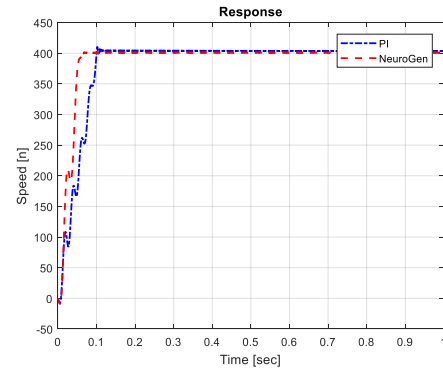


الشكل رقم (10) بنية بلوك الشبكة العصبونية

تتكون كل طبقة من ثمان عصبونات ماعدا طبقة الخرج التي تتكون من عصبون واحد، وتوابع التفعيل المستخدمة هي من نوع /tansig/ ماعدا طبقة الخرج التي هي من نوع /purelin/. بين الشكل (11) نموذج المحرك التحريضي مع المرجع مع منظومة التحكم بمتحكم PI ذو ثوابت التحريضي مع المرجع لكن مع منظومة التحكم باستخدام شبكة عصبونية مصممة جينياً.

4- النتائج ومناقشتها:

تم مقارنة الاستجابة الزمنية لتغيير سرعة المحرك الناتجة من النموذج باستخدام المتحكم المقترح مع الاستجابة نفسها الناتجة من النموذج باستخدام متحكم من نوع /PI/، تم بدايةً تطبيق حمولة ميكانيكية ثابتة وسرعة مرجعية 400 rpm، فكانت الاستجابة كما هو موضح بالأشكال التالية / الشكل رقم (13 و14) /:

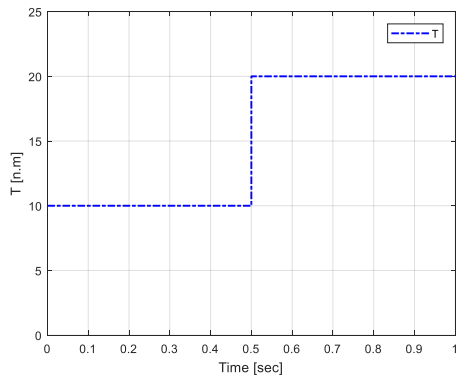


الشكل (13) الاستجابة الزمنية لتغيير سرعة المحرك.

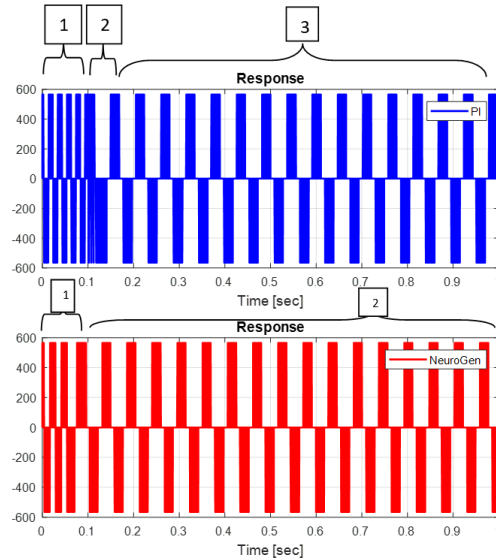
يُلاحظ في مخطط الاستجابة الزمنية لتغيير سرعة المحرك والموضحة بالشكل (13) أن المتحكم المقترح /NeuroGen/ ذو استجابة أسرع من تلك لمتحكم /PI/. إضافة لذلك فقد كان ارتفاع السرعة سلساً دون حدوث قفزات مثل حالة المتحكم /PI/، وهو أمر مهم للتطبيقات الحساسة. ونرى في الشكل /14/ الجهد الخطي المطبق على المحرك في حالة تطبيق المتحكم المقترح وفي حالة وجود متحكم /PI/.

يُلاحظ وجود ثلاث مراحل للقيمة الفعالة للتوتر في حالة /PI/ وهي التي سببت تلك القفزات في منحنى السرعة، بينما المتحكم العصبوني الجيني شكل فقط مرحلتين وابتقال ناعم بينهما.

- تم دراسة أداء المتحكم /NeuroGen/ في حال زيادة التحميل من /10 Nm/ إلى /20 Nm/ والموضحة بالشكل رقم (15) مع تثبيت سرعة المحرك على سرعة مرجعية 600rpm، سيتم رسم الاستجابة الزمنية للسرعة والجهد الخطي المطبق على المحرك.



الشكل رقم (15) زيادة التحميل من 10 Nm إلى 20 Nm



الشكل (14) الجهد الخطي المطبق على المحرك التحريضي

المطلوبة أصغر من إشارة النموذج الذي يحتوي على متحكم /PI/ التي تكون أقل استقرار وتحتوي على قفزات.

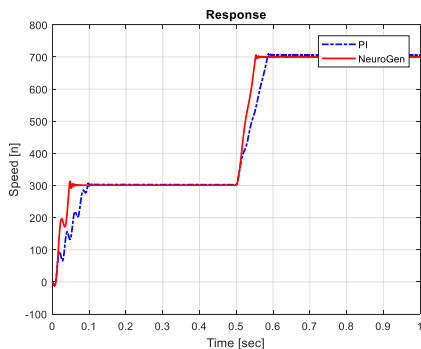
ونلاحظ عند تغير الحمل في الزمن /0.5 sec/ من 10 Nm إلى 20 Nm أن النموذج الذي يحوي المتحكم / NeuroGen / استغرق بمعالجة التغير زمن أقل من النموذج الذي يحوي المتحكم /PI/ موضحين بالجدول رقم (1):

الجدول (1) الزمن المستغرق لمعالجة التغير

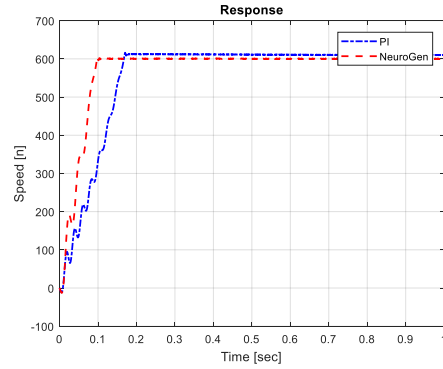
المتحكم	زمن الذي يستغرقه المتحكم لمعالجة تغير الحمولة
NeuroGen	بحدود 0.1 sec
PI	أكبر من 0.17 sec

إن هذا الزمن على صغره بالنسبة للتوابت الميكانيكية إلا أنه كبير بالنسبة لدور التردد توتر التغذية $f=50\text{Hz}$, $T=1/f=1/50=0.02\text{ sec}$ أي أنه في حال تم تغذية المحرك من شبكة ضعيفة التردد فيها غير مستقر فإن نظام التحكم /PI/ عند تغير الحمولة لن يحقق استجابة مستقرة كون زمن استجابة أكبر من زمن تغير القيمة الفعالة لتوتر التغذية.

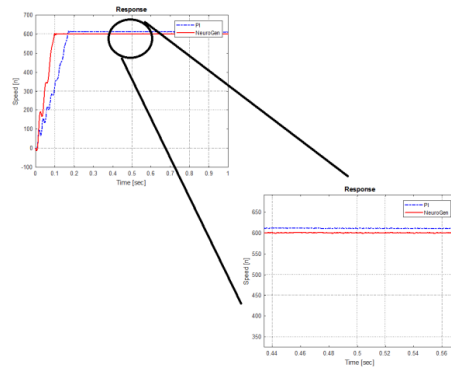
- سندرس أداء المتحكم ببنية / NeuroGen / في حال تغير السرعة المرجعية من /300 rpm/ ولغاية /700 rpm/ مع ثبات الحمولة، سيتم رسم الاستجابة الزمنية للسرعة والجهد اللخطي المطبق على المحرك التحريضي.



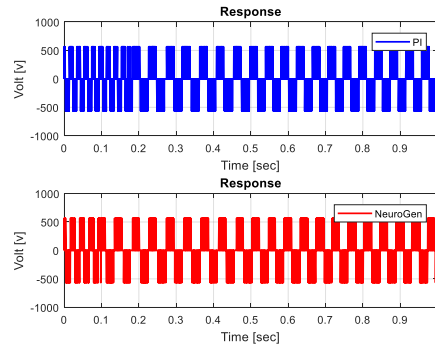
الشكل (19) مقارنة بين الاستجابة الزمنية لتغير سرعة المحرك التحريضي مقاد بمتحكم /PI/ ومتحكم / NeuroGen / عند تغير سرعة الدوران المرجعية وثبات الحمولة.



الشكل (16) مقارنة للاستجابة الزمنية لتغير سرعة المحرك بحالة متحكم /PI/ ومتحكم /NeuroGen/



الشكل (17) الاستجابة الزمنية لتغير سرعة المحرك



الشكل (18) مقارنة الجهد اللخطي المطبق على المحرك التحريضي في حالة متحكم /PI/ ومتحكم /NeuroGen/

نلاحظ في حال زيادة التحميل من 10 Nm إلى 20 Nm مع تثبيت سرعة المحرك على سرعة مرجعية /600 rpm/، نرى أن مخطط الاستجابة الزمنية لتغير سرعة المحرك والموضحة بالشكل (16) و(17)، والجهد اللخطي المطبق على المحرك بالشكل (18)، نجد أن إشارة النموذج الذي يحتوي المتحكم المقترح /NeuroGen/ سلس أكثر وزمن العودة للسرعة

الانتقال من السرعة 300 rpm إلى 700 rpm ولا يؤثر على منحنى العزم بشكل كبير.

5- الاستنتاجات والتوصيات:

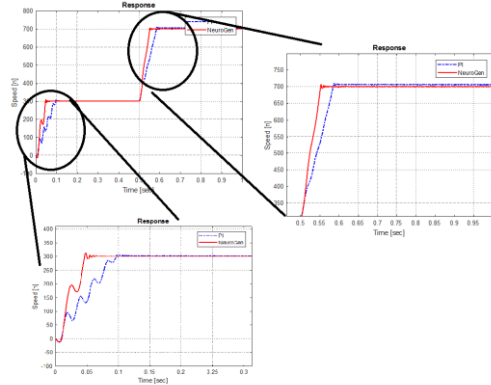
الاستنتاجات:

نستنتج من خلال النتائج التي حصلنا عليها:

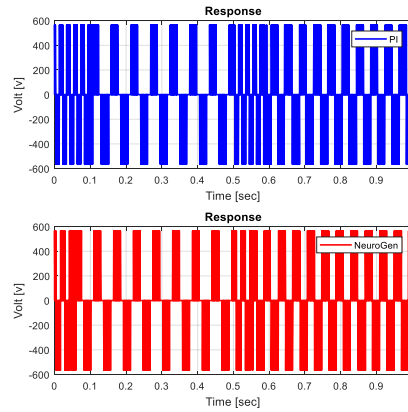
- تمتع الشركة الحالة المدروسة المعتمد في عمله على الرشاقة القائمة بالقدرة على تلبية رغبة الزبائن المختلفة وبالسرعة المطلوبة
- يتمتع المتحكم المعتمد في عمله على الشبكات العصبونية الجينية بالقدرة على تحسين أداء المحرك عند تغيرات الحمولة الميكانيكية أو طلب سرعات مرجعية متغيرة.
- يعتمد أداء المتحكم المصمم على الذكاء الصناعي، ويمكن أن يتعلم بشكل مستمر من خلال توسيع قاعدة البيانات المستخدمة للتدريب وتطبيق حالات عمل مختلفة، الأمر الذي يجعله أكثر تكيفاً وسهولة في التعامل من المتحكمات /PI/ التي تحتاج ثوابتها للتعديل عند كل حالة تحميل مختلفة.
- أداء المتحكم المصمم أفضل من المتحكم التقليدي وذلك لوصوله إلى قيمة السرعة المرجعية بحالات عمل مختلفة.

التوصيات:

- استكمال البحث بدراسة استجابة متحكم الذكاء الصناعي بتغيرات الأعطال على المحركات في المنشآت الصناعية والمنظومات الكهربائية.
- الاستفادة من البحث في ربط الذكاء الصناعي بمجالات تحكم أخرى.
- تطبيق المتحكم على المحرك التزامني ودراسة النتائج.



الشكل (20) الاستجابة الزمنية لتغير سرعة المحرك



الشكل (21) مقارنة الجهد الخطي المطبق على

المحرك التحريضي في حالة متحكم /PI/ ومتحكم /NeuroGen

في حال تغير السرعة من 300 rpm إلى 700 rpm في اللحظة (0.5 sec) مع ثبات الحمولة نرى أن مخطط الاستجابة الزمنية لتغير سرعة المحرك (والموضحة بالشكل 19 و 20)، والجهد الخطي المطبق على المحرك (والموضح بالشكل 21) للنموذج الذي يحتوي المتحكم المقترح /NeuroGen/ أفضل أيضاً وأكثر استقراراً وانبساطية من نفس النموذج الذي يحتوي على متحكم /PI/.

إن استجابة المحرك وتغير سرعته من 300 rpm إلى 700 rpm في اللحظة (0.5 sec)

تتعلق بقيمة عزم العطالة بشكل أساسي وكانت القيمة المستخدمة في النمذجة $J = 0.0343 \text{ kg.m}^2$ لكن هذا الأمر لا ينفى صحة عمل المتحكم كون عزم العطالة سوف يؤخر زمن

6 المراجع:

المراجع الانكليزية:

- 1- Kothari, D P, & Nagrath, I J. (2010). Electric Machines. 4th: Edition. Patel Nagar: New Delhi. Tata McGraw Hill Education Private Limited, West. 777p.
- 2- Jain, Lakhmi C, & Martin, N.M. (1998). Fusion of Neural Networks, Fuzzy Systems and Genetic Algorithms: Industrial Applications. CRC Press, CRC Press LLC. 297p.
- 3- Lowen, R., & Verschoren, A. (2008). Foundations of Generic Optimizatio. Springer. 463p.
- 4- Bergel, A. (2020). Agile Artificial Intelligence in Pharo. APRESS, 349p.
- 5- ONG, Chee-Mun. (1998). Dynamic Simulation of Electric Machinery. New Jersey: USA. Prentice Hall, PTR. 643p.

المراجع العربية:

- 6- حزوري، مصطفى، وورقوزق، غيث. (2020). نمذجة ومحاكاة نظم القدرة الكهربائية. ط:1. دمشق: سوريا. منشورات جامعة دمشق. ص:335.
- 7- مرهج، محمد. (2017). النمذجة والمحاكاة لنظم القدرة الكهربائية. اللاذقية: سوريا. منشورات جامعة تشرين. ص:261.